
3D FEM Thermal Flow Analysis Program for Extrusion
HASL/FlowSimulator3D

高粘性流体汎用3D有限要素解析プログラム
Flow Tetra

多層押出解析用3D有限要素解析プログラム
Multi-Profile Simulator

2015/5

株式会社HASL

特長:

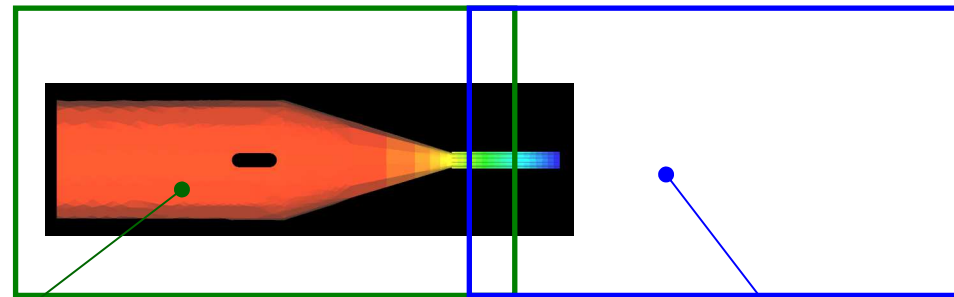
HASL/FlowSimulator3Dは、プラスチック押出成形プロセスをターゲットとした3D有限要素熱流動解析システムです。自由表面や多層流体の界面を伴う溶融樹脂の熱流動状況や押出/界面形状を高速且つ高精度で予測します。専用プリ／ポストに加え、Webより自由に入手可能なテトラソリッド要素自動生成メッシャー:NetGenや可視化アプリ:ParaViewとの連携を計ることで、低価格で高機能の本格的3D熱流体解析システムを実現しています。

機能:

構成	用途	入力項目	出力項目
Multi-Profile Simulator	計算精度を重視した自由表面／界面を伴う単層／多層流体解析 ・多層フィードブロック ・単層／多層異型押出, etc.	・専用プリで解析モデル形状を作成 ・材料物性 ・成形条件	・熱流動状況(流速／温度／各種応力分布) ・自由表面／界面形状
Flow Tetra	計算効率を重視した複雑形状流路内の高粘性単層流体解析 ・コートハンガーダイ ・スパイラルマンドレルダイ ・スパイダーダイ, etc.	・3D CAD 出力STL形状ファイル ・材料物性 ・成形条件	・熱流動状況(流速／温度／各種応力分布)

適用例:

スパイダーダイを利用したリブ付き異型断面チューブ
押出プロセスの分析



スパイダーダイ及び異型断面ダイ内
熱流動状況をFlow Tetraで予測

異型断面ダイ内熱流動状況及び押
出物形状をMulti-Profile Simulator
で予測

高粘性流体汎用3D有限要素解析プログラム Flow Tetra

適用例

スパイダー/異型断面ダイ内3D熱流動解析

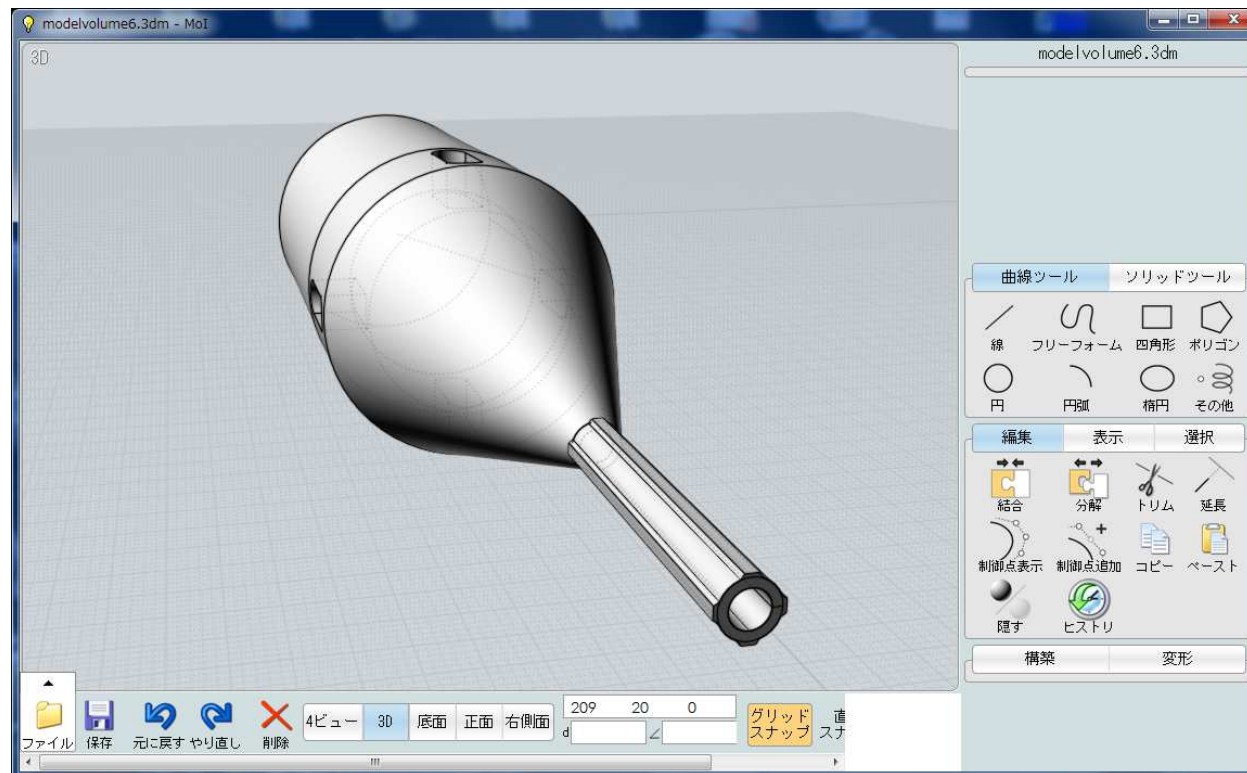
目的:

FlowTetraは、複雑形状流路を表現する3D CAD STL ファイルを有効利用し、極めて容易に且つ効率的に熱流動状態を定量化します。当機能を利用し、スパイダーダイ及びその先端に装着された異型押出ダイ内の熱流動状況について分析します。

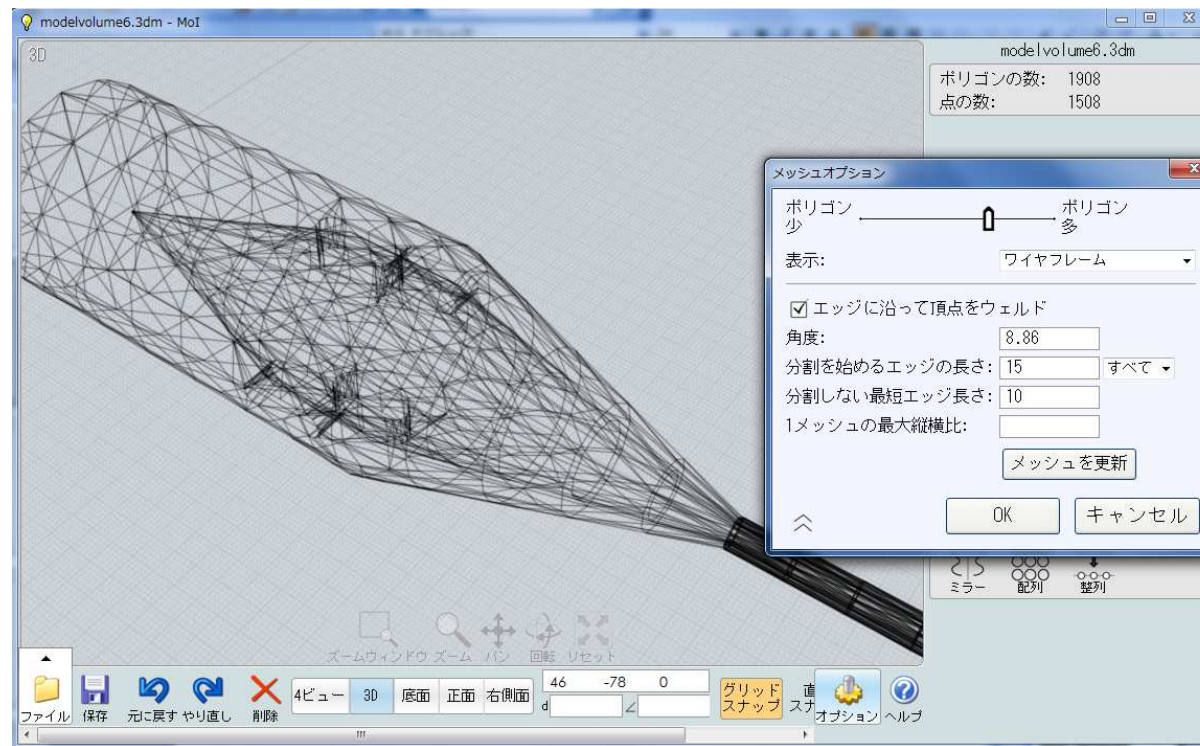


解析手順:

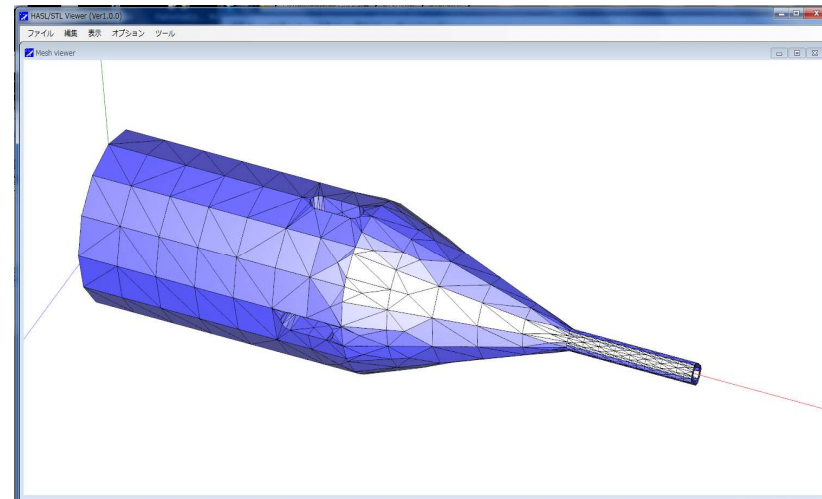
- ① 解析対象モデルの形状をCADで定義。



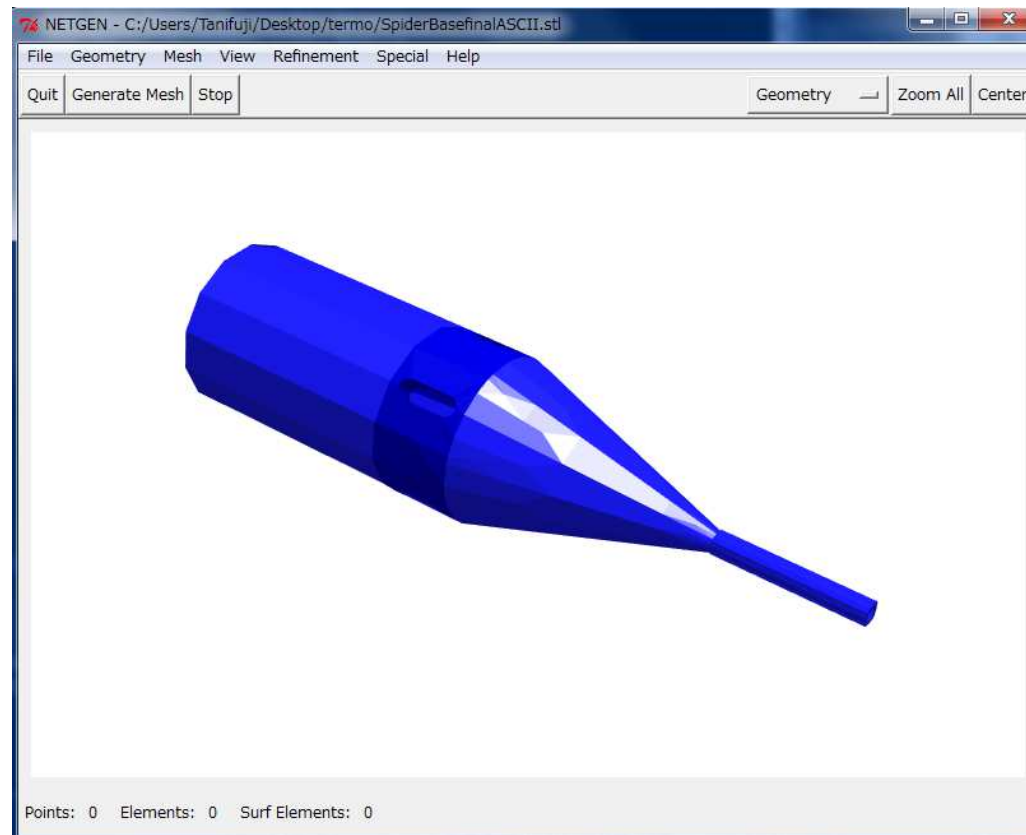
② CAD情報をSTL(Binary形式)で保存。



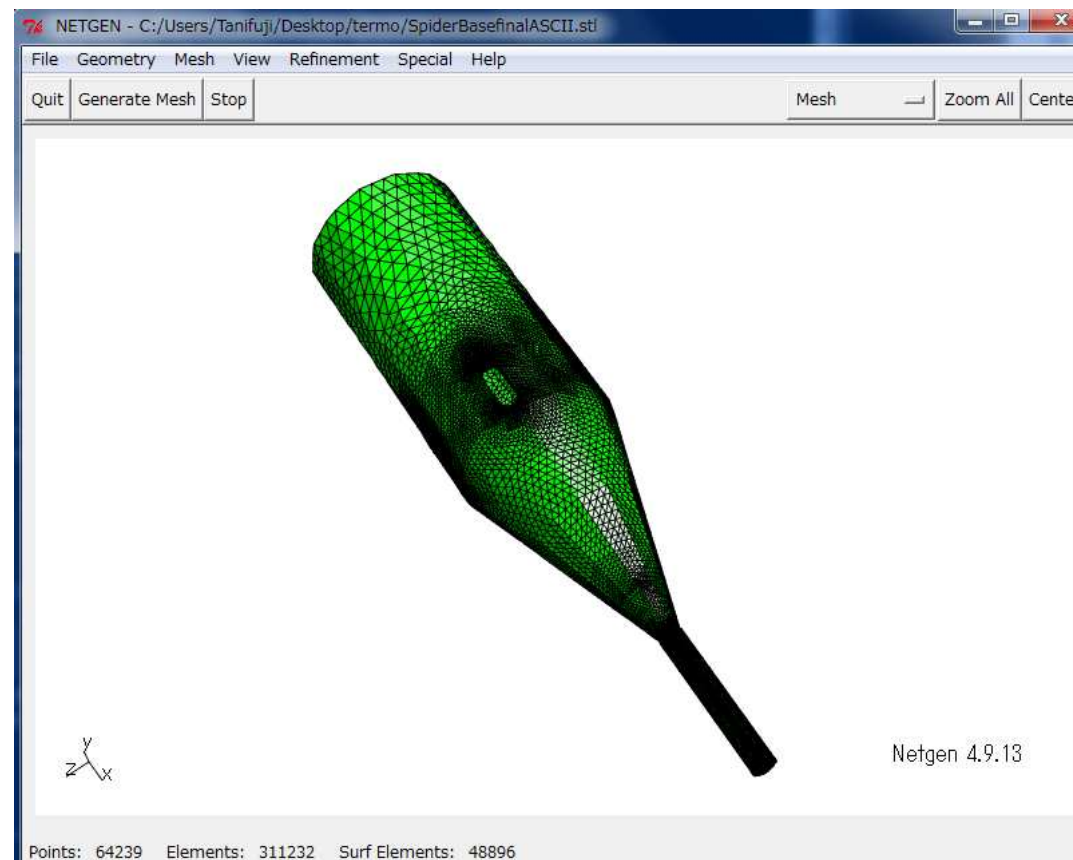
③ CAD情報をSTL(Binary形式)をHASL/STL Viewerに読み込みASCII形式に変換後、再度保存。



④ CAD情報をSTL(ASCII形式)をNetGenに読み込み。



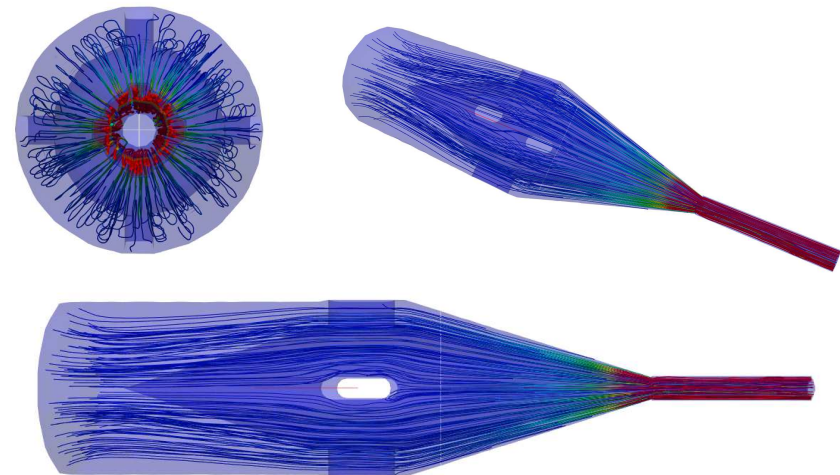
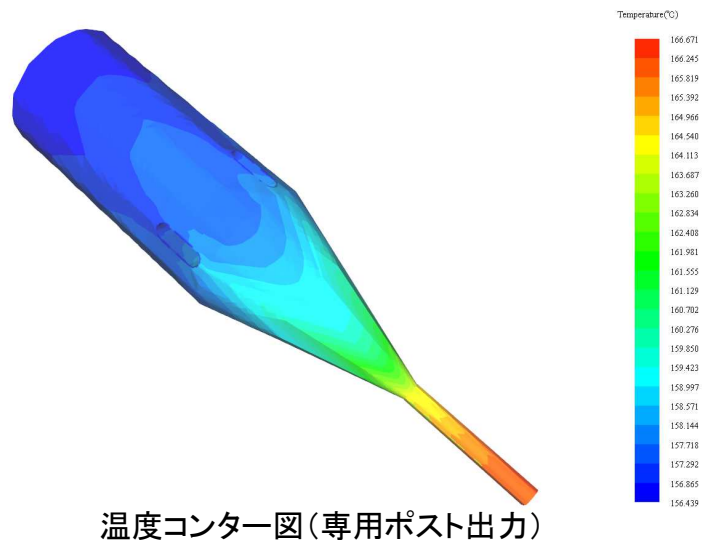
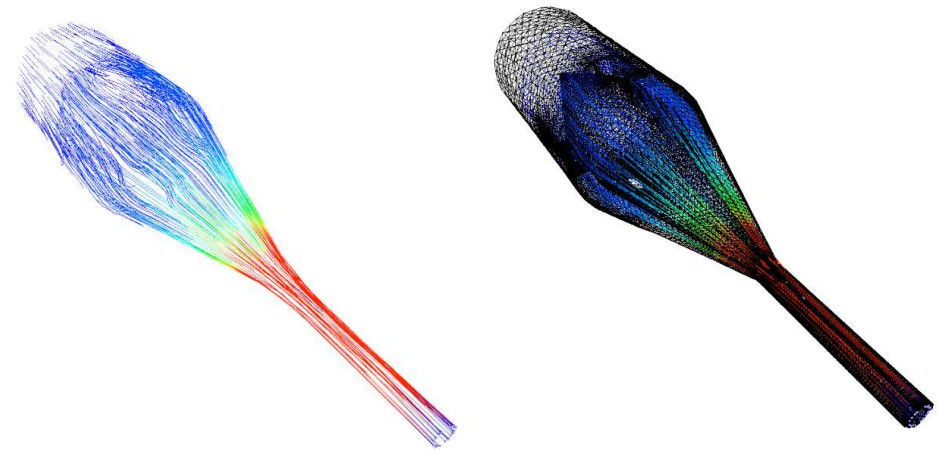
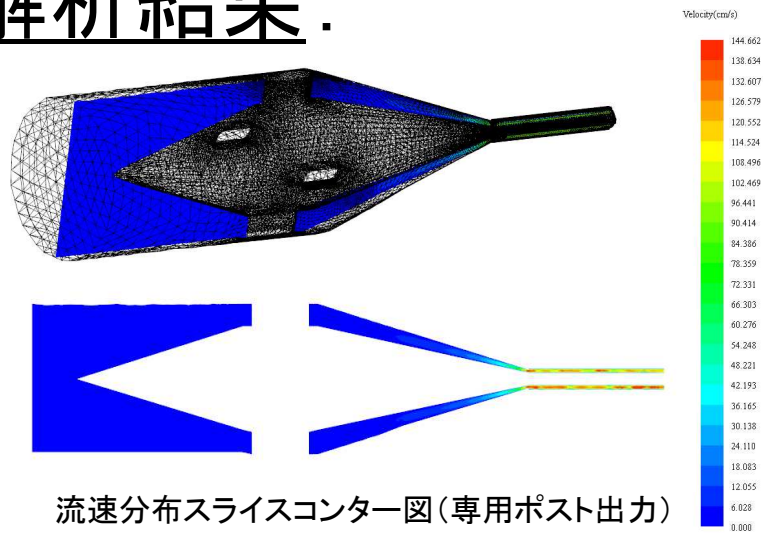
⑤ NETGENを利用し、ボリウム内を自動テトラ要素分割。



⑥ FlowTetra GUIを利用し、適切な熱流動条件を設定後、解析実行。



解析結果:



評価:

- ・運用性: CADファイルを準備することで、運用が極めて容易。
- ・計算効率: 独自の計算アルゴリズム (Generalized Hele-Shaw Formulation) の採用に依り、短時間で解析終了 (本解析モデルの計算時間はCPU Time :10分以内)。
- ・計算精度: 簡易解析では捉えられない3D熱流動場を精密に定量化 (熱流動状況やストリームラインの詳細分析でブリッジダイのウェルド形成を分析可能)。

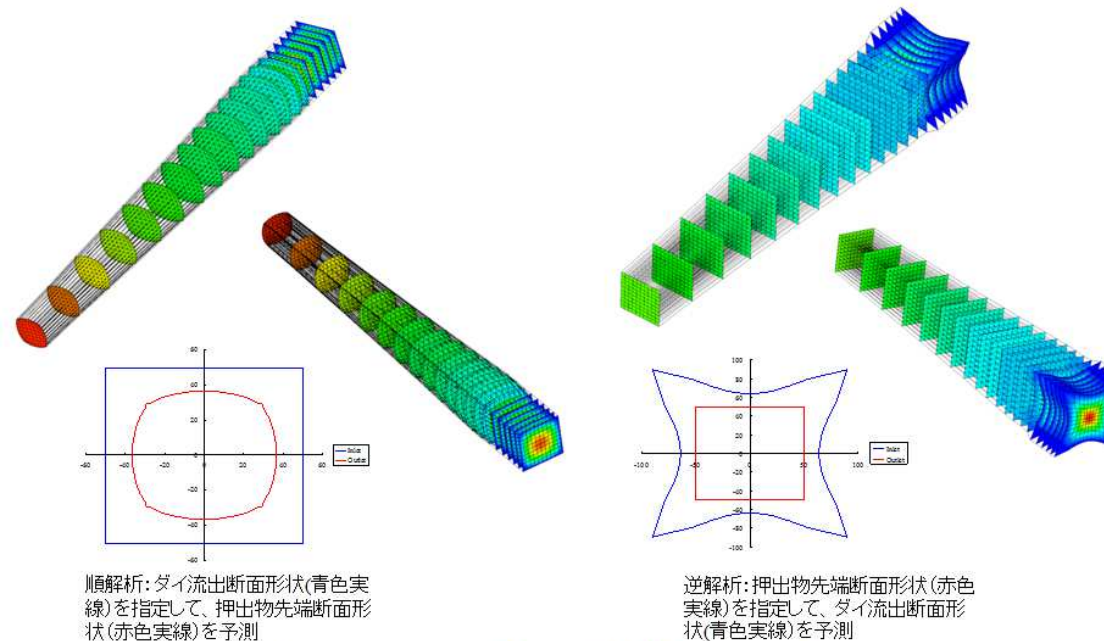
多層押出解析用3D有限要素解析プログラム Multi-Profile Simulator

適用例

リブ付き異型断面チューブ3D押出解析

目的:

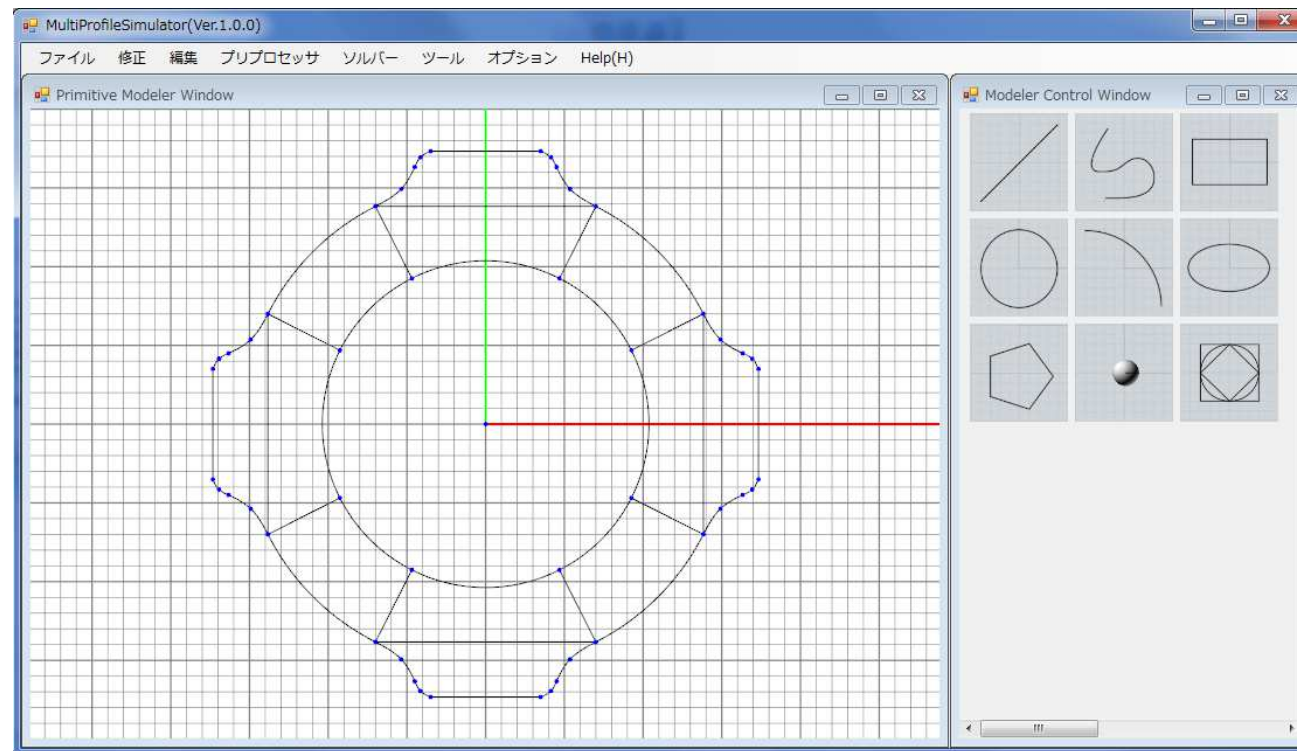
Multi-Profile Simulatorには、下図に示めすように押出ダイの断面形状を指定して押出物の断面形状を予測する順解析(Forward Analysis)と、逆に押出物の断面形状を指定して押出ダイの断面形状を推定する逆解析(Reverse Analysis)機能が実装されています。これらの機能を利用し、リブ付き異型断面チューブの押出プロセスを分析します。



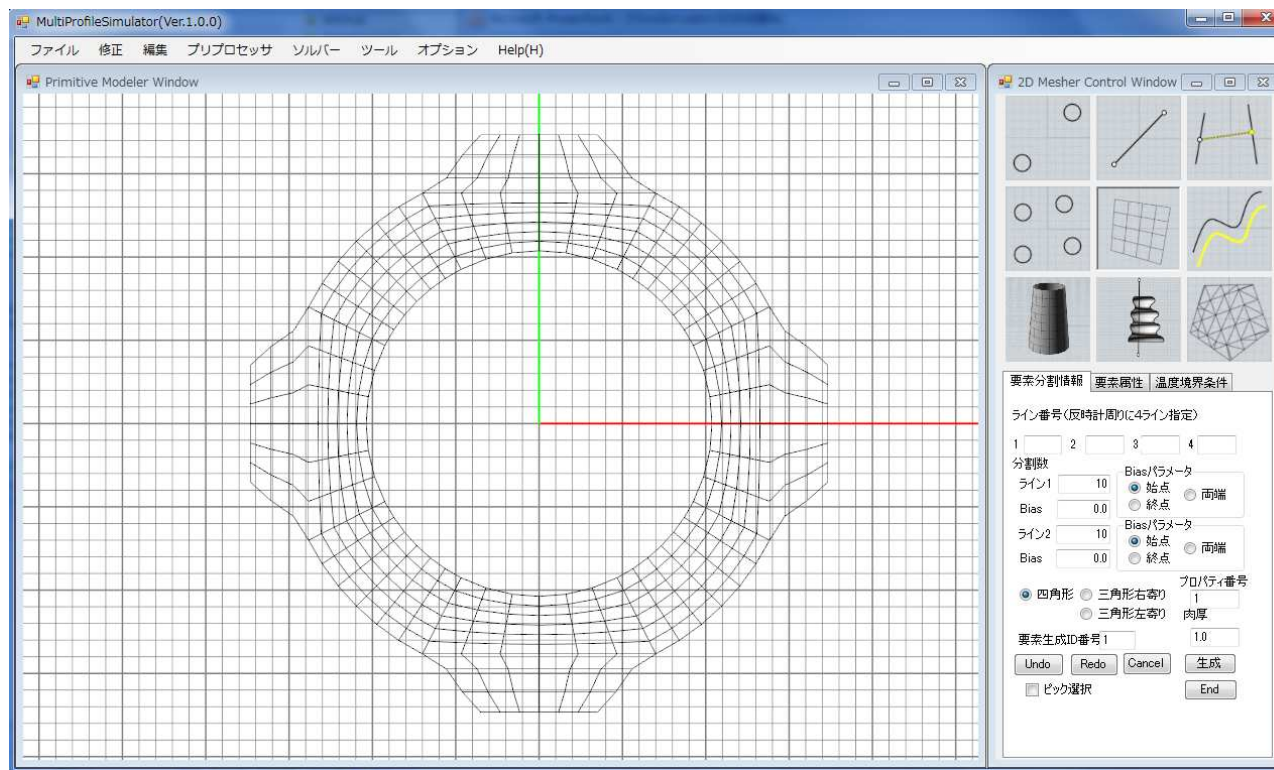
順解析(Forward Analysis)と逆解析(Reverse Analysis)

解析手順:

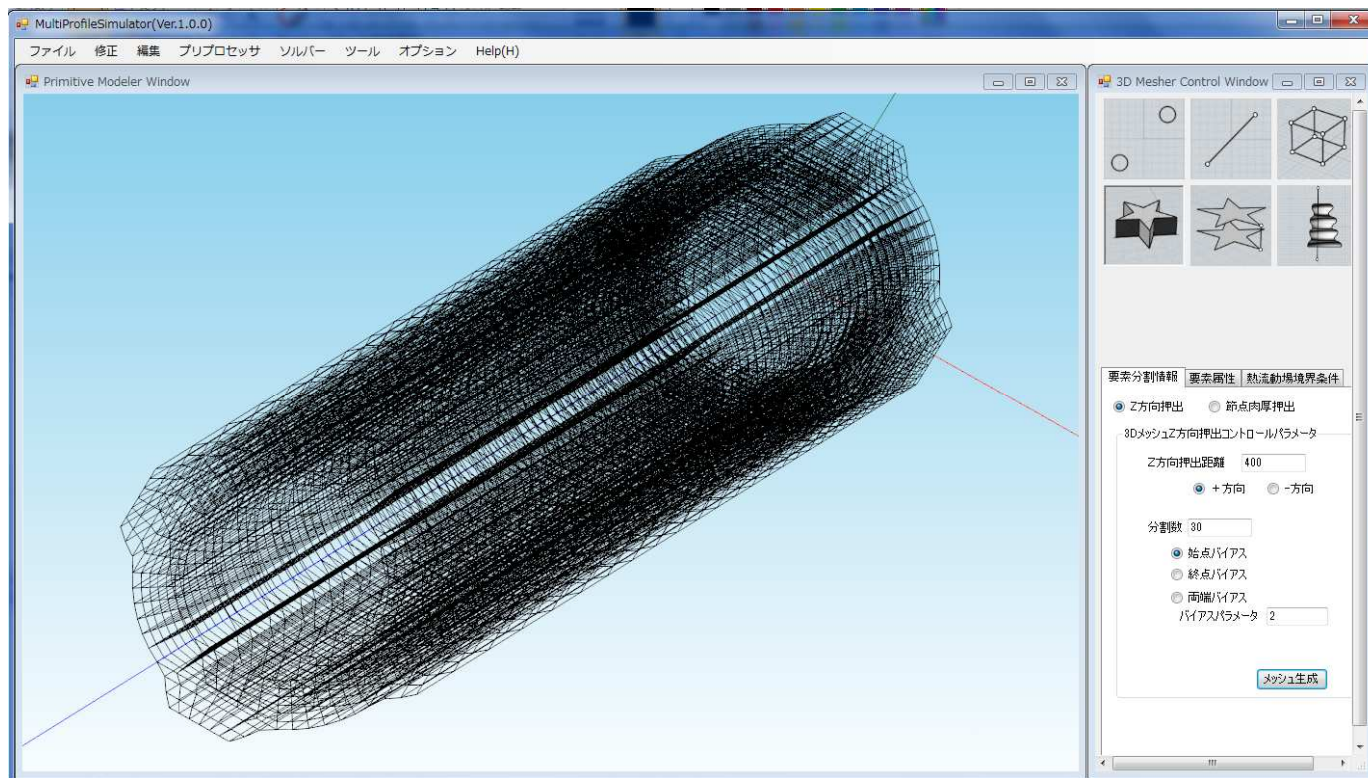
- ① 解析対象モデルの断面形状を専用モデラーで定義。



② 断面内を専用プリを利用して2D4角形要素に分割。



③ 2D4角形要素を専用プリを利用して3Dモデル(6面体要素:Hexa)に変換。



④ 解析条件を設定し、解析を実行。

MultiProfile Calculationform

計算コントロールデータファイル名
terumotrialfinal11 読み込み

パス名
C:\Users\Tanifuji\Desktop\terumotrial

メッシュデータファイル
terumofinal1 選択

物性データファイル
DefaultMaterial

新規作成 読み込み 多層物性設定

計算コントロールパラメータ

反復計算パラメータ

非線形反復計算回数
20

ファイル出力間隔
999

自由表面計算緩和係数
0.2

非定常計算パラメータ

非定常計算サイクル数
1

計算時間刻み
0.1

流動計算コール間隔
1

ファイル出力間隔
999

流れ条件設定

☒ 定常流れ設定

☐ 一定流速設定

圧力勾配規定値
16.814

ダイ壁面層分割数
5 詳細設定

モデル次元

☐ 2D ☒ 3D

☐ Axisymmetric

解析種別

☐ 順解析 ☒ 逆解析

温度解析条件

☒ 実行 せん断発熱項

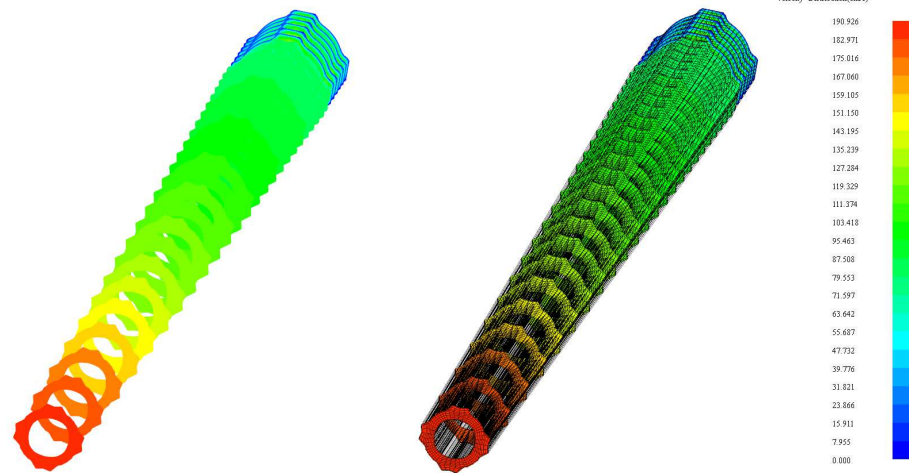
☐ 非実行 せん断発熱寄与係数 1

解析結果ファイル名
terumofinal11

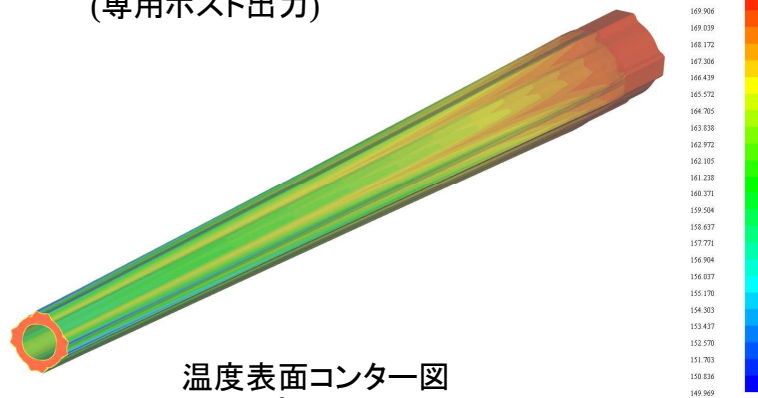
保存 計算開始 Close

順解析/逆解析はラジオボタンの
選択で容易に切り替え可能。

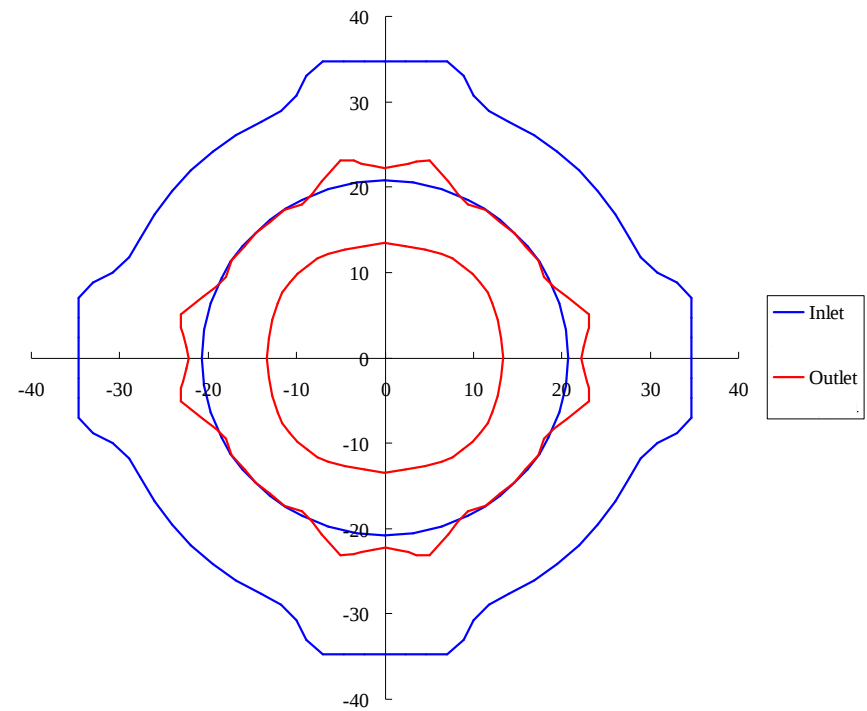
順解析結果:



流速スライスコンター図
(専用ポスト出力)

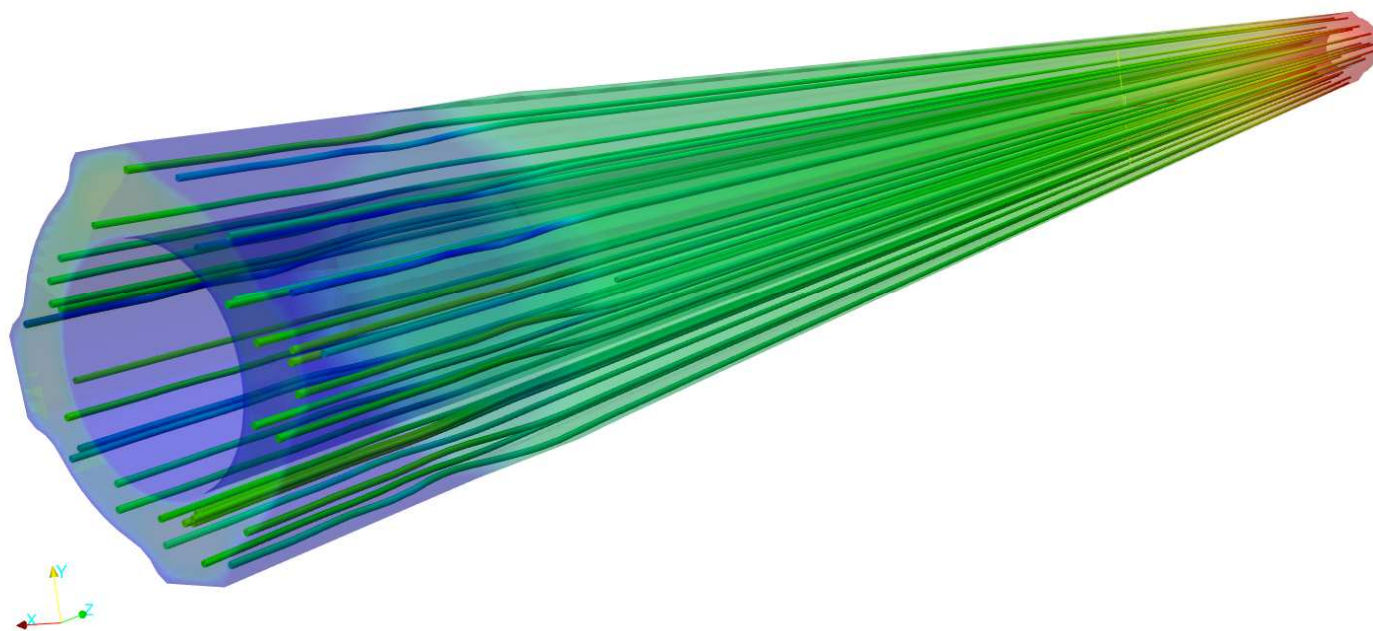


温度表面コンター図
(専用ポスト出力)



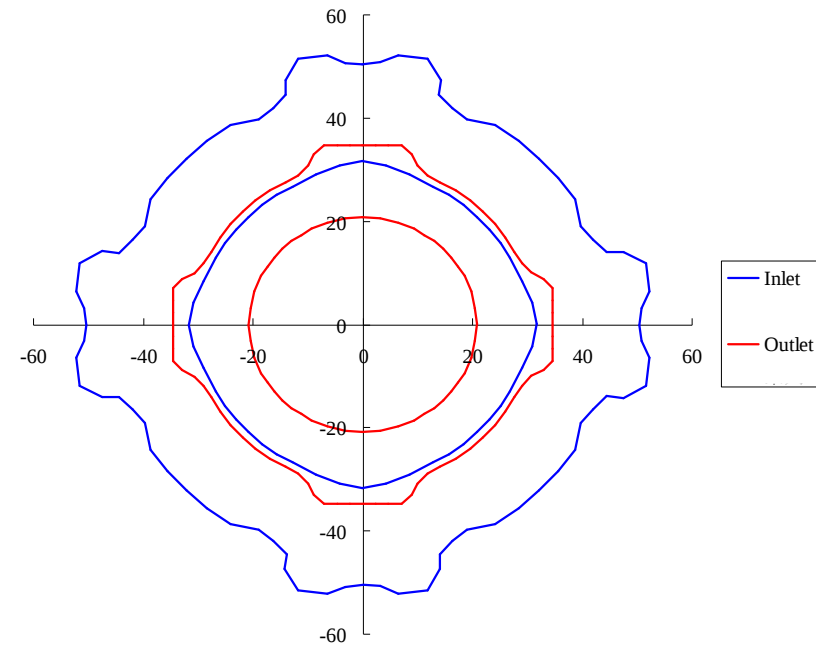
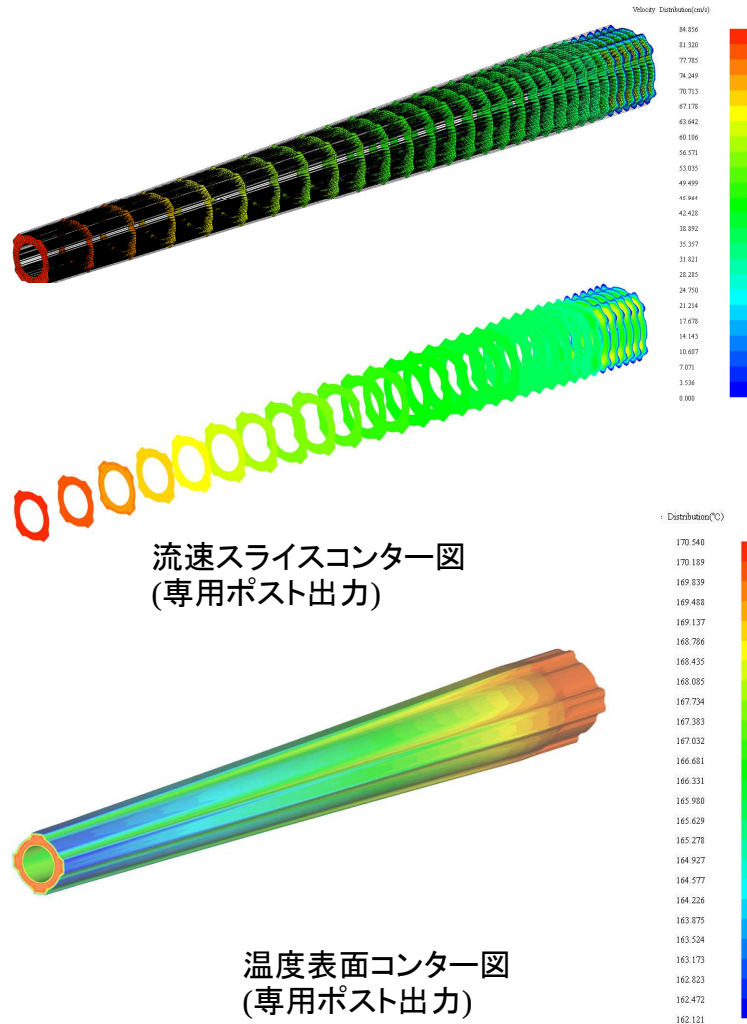
青ライン: ダイ形状(指定)

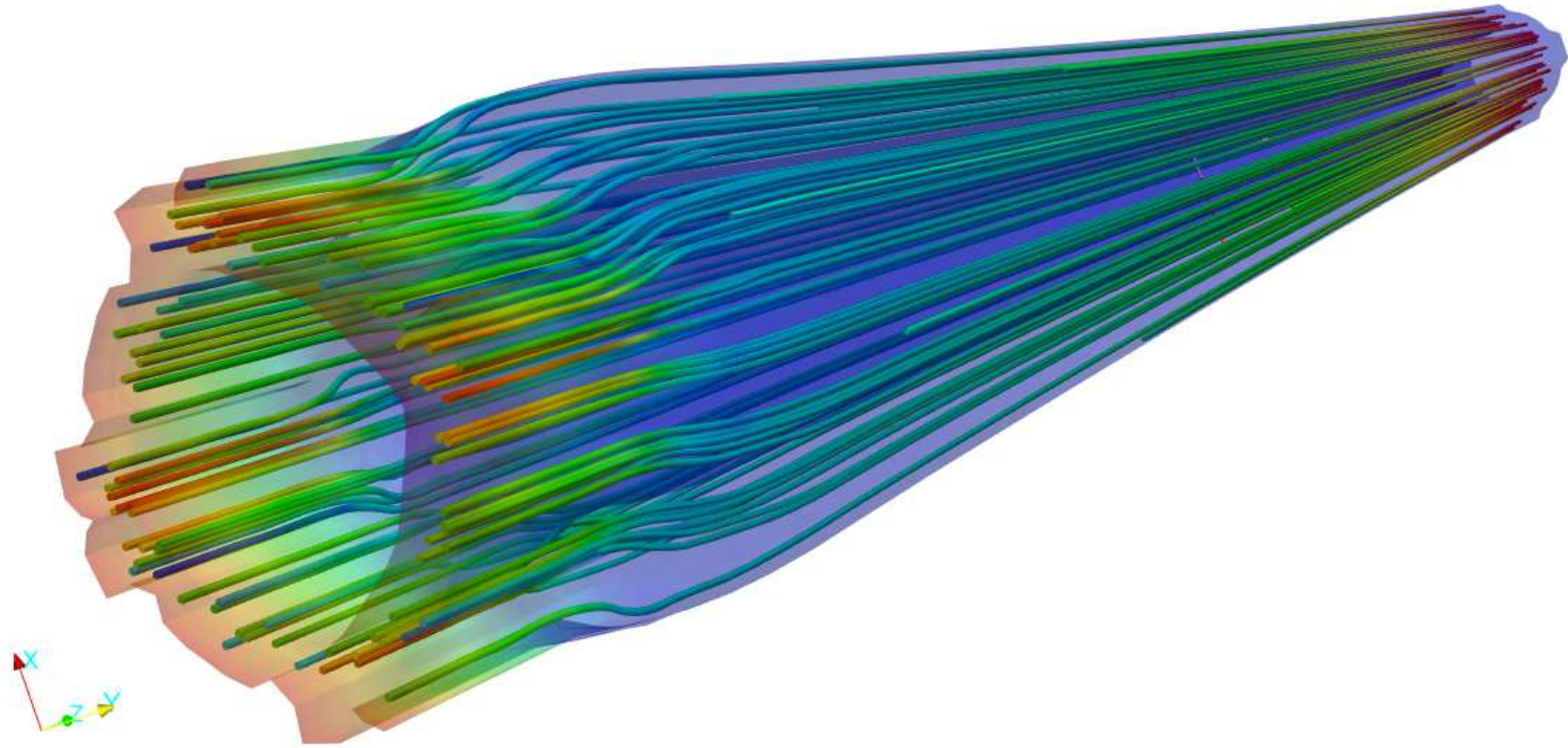
赤ライン: 押出物断面形状(予測)



順解析結果 (Stream Lines, Para View出力)

逆解析結果:





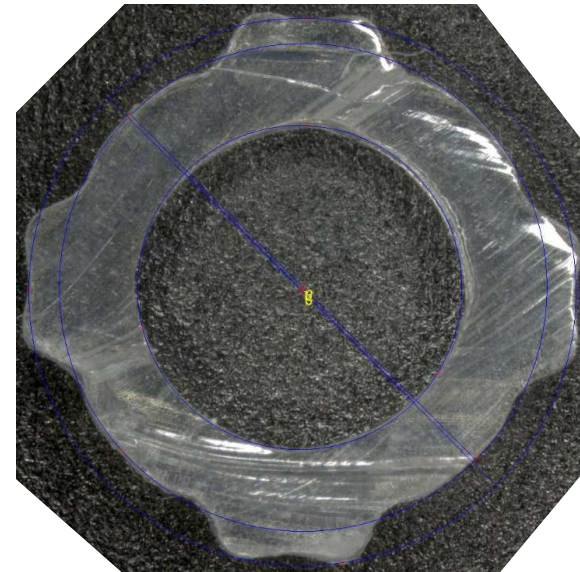
逆解析結果 (Stream Lines, Para View出力)

某医療機材メーカー様 (Flowsimulator3Dユーザー様) ご提供資料



Original shape

ダイ内壁を円形断面で表現: リブ部の肉厚が厚く、内径の真円度が悪化



Optimized shape

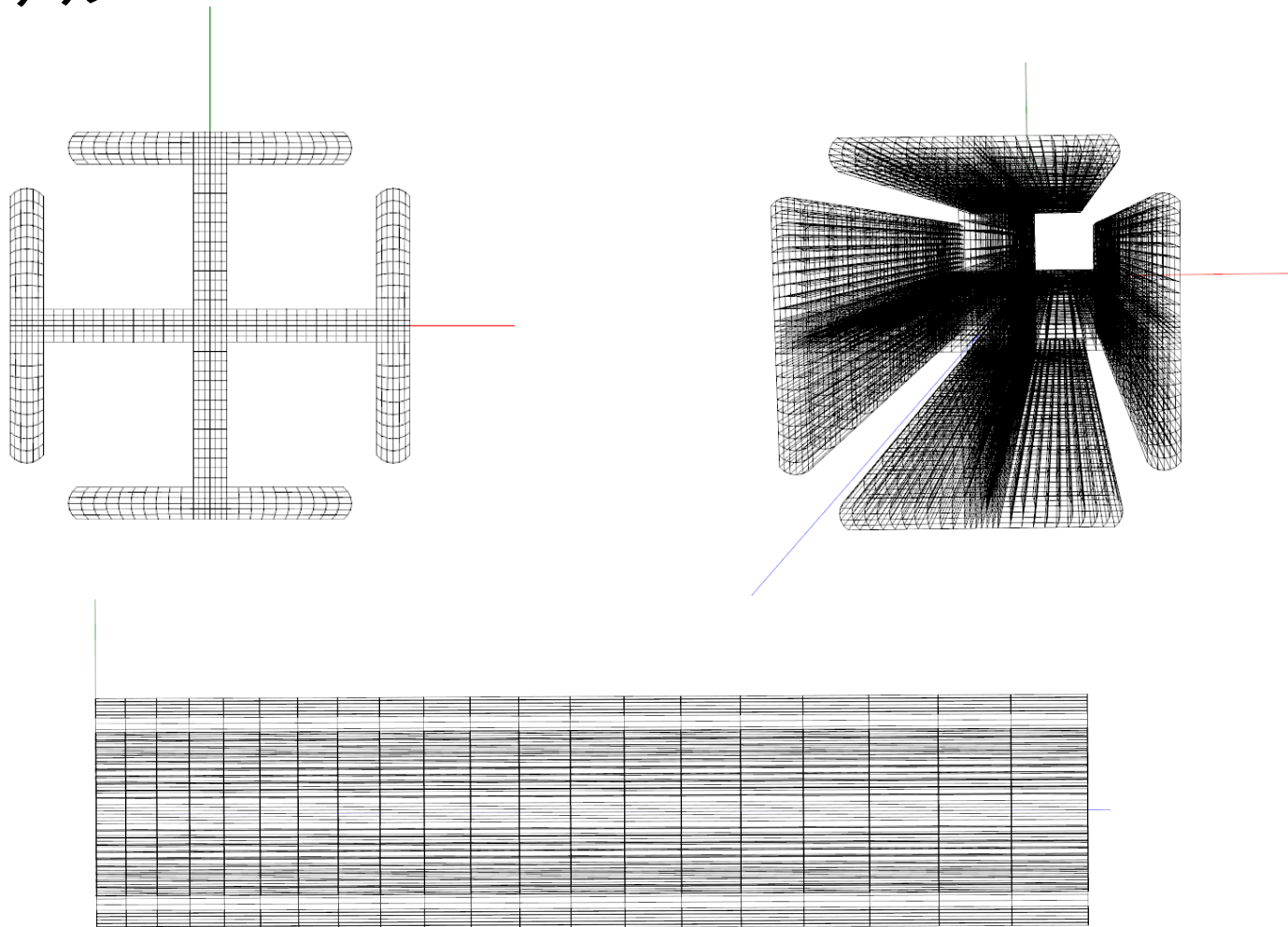
ダイ内壁をMultiProfileSimulatorが予測する最適断面で表現: 内径の真円度が向上

評価:

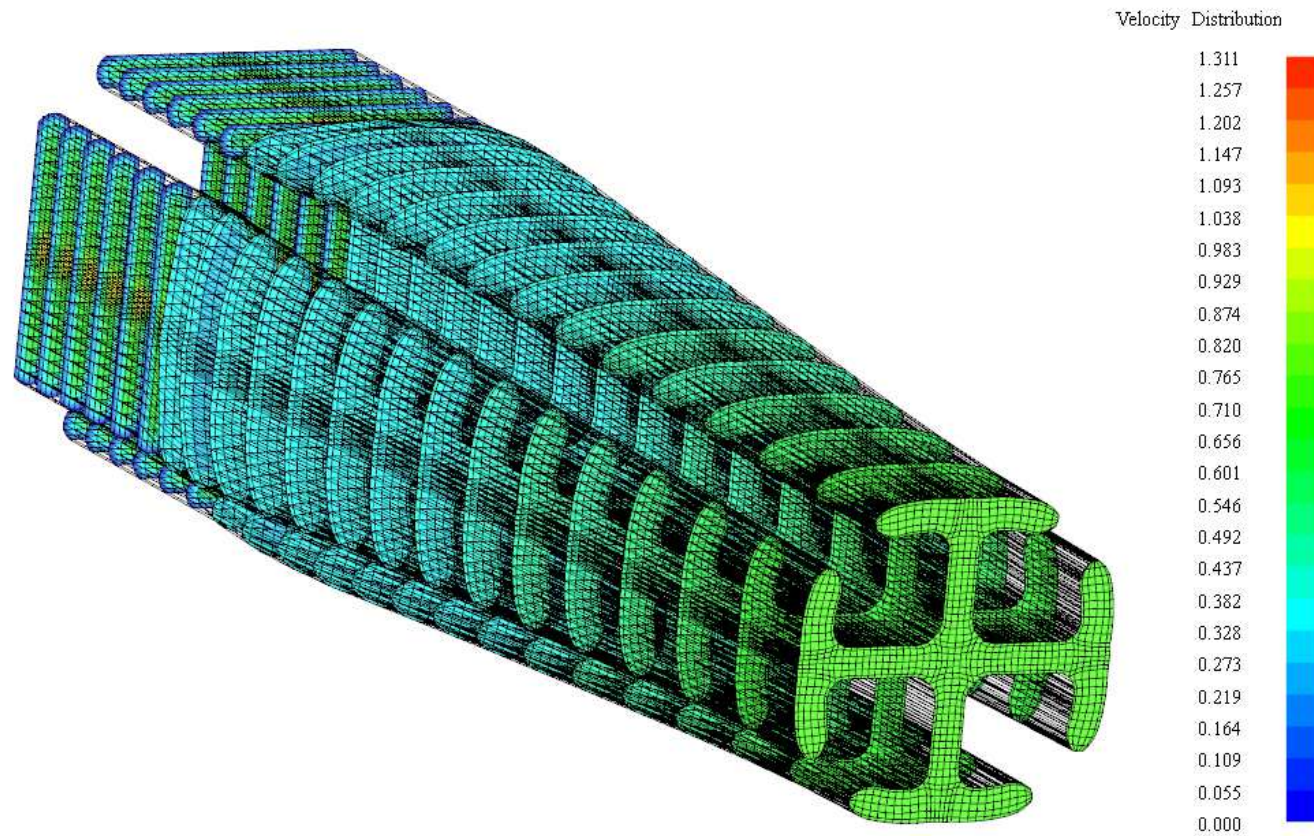
- ・運用性: 専用モデラー/プリプロセッサを利用することで、容易に異型押出解析用3Dモデルを作成可能。
- ・計算効率: 高性能直接法マトリクスソルバーの適用により、短時間で解析終了(本解析モデルの計算時間はCPU Time :15分以内)。
- ・計算精度: 三次元流体支配方程式を忠実に解析し、ダイ内熱流動場とダイ流出後の押出形状を精度良く予測可能。

某異型押出メーカ様向け解析事例

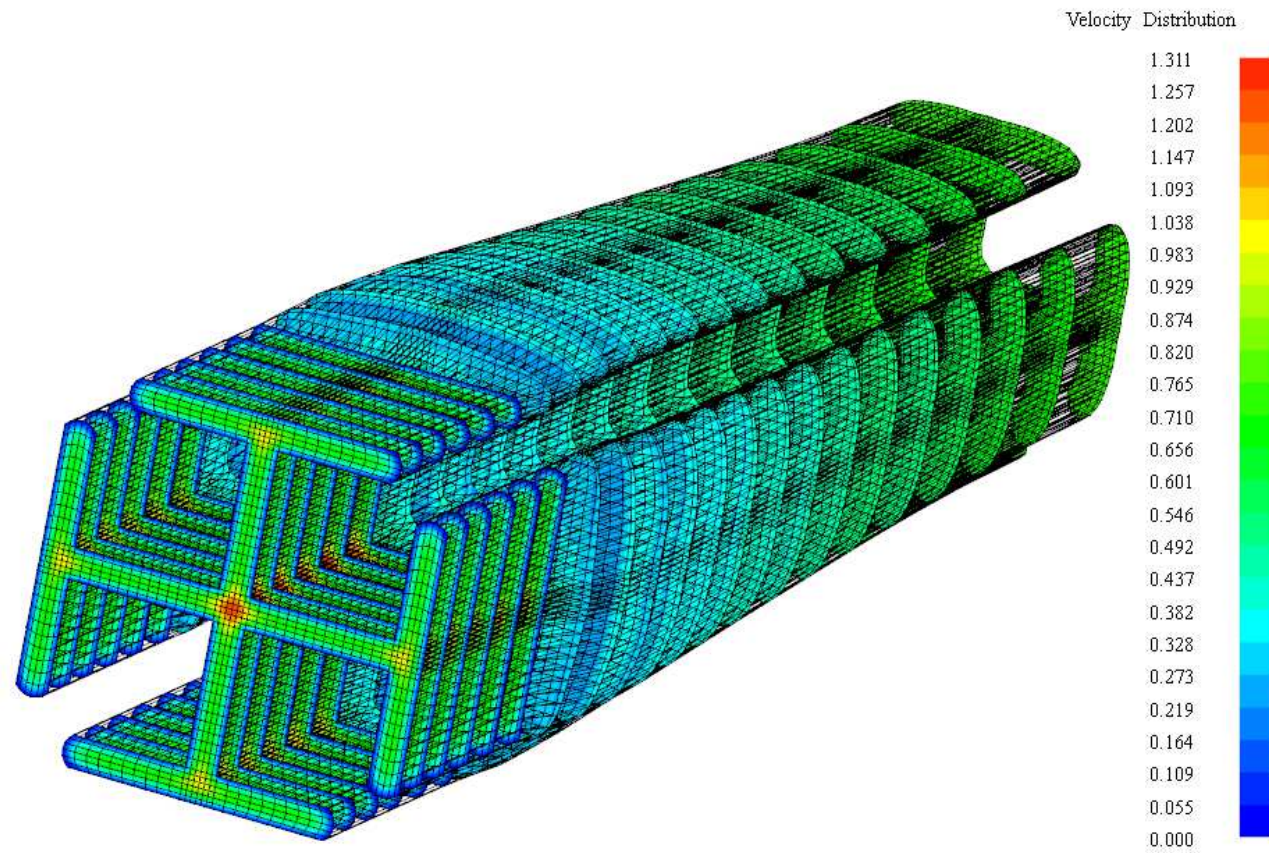
FEAモデル



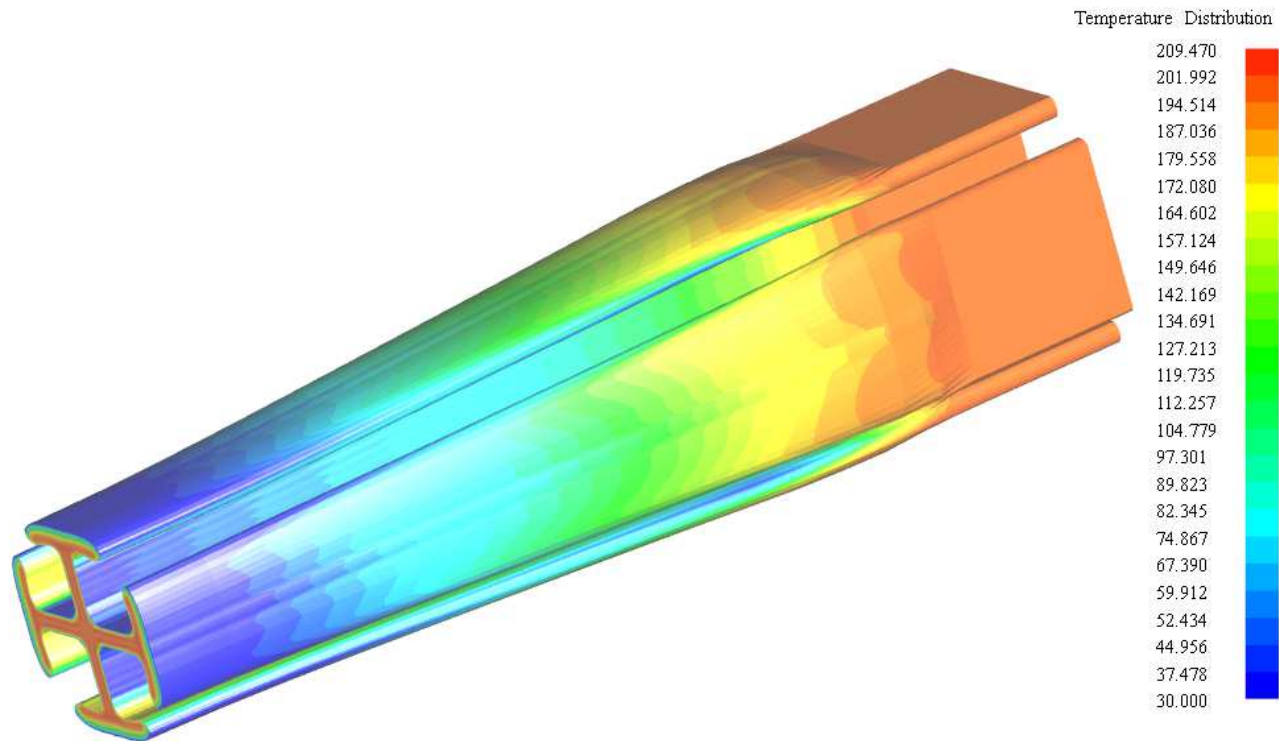
順解析結果



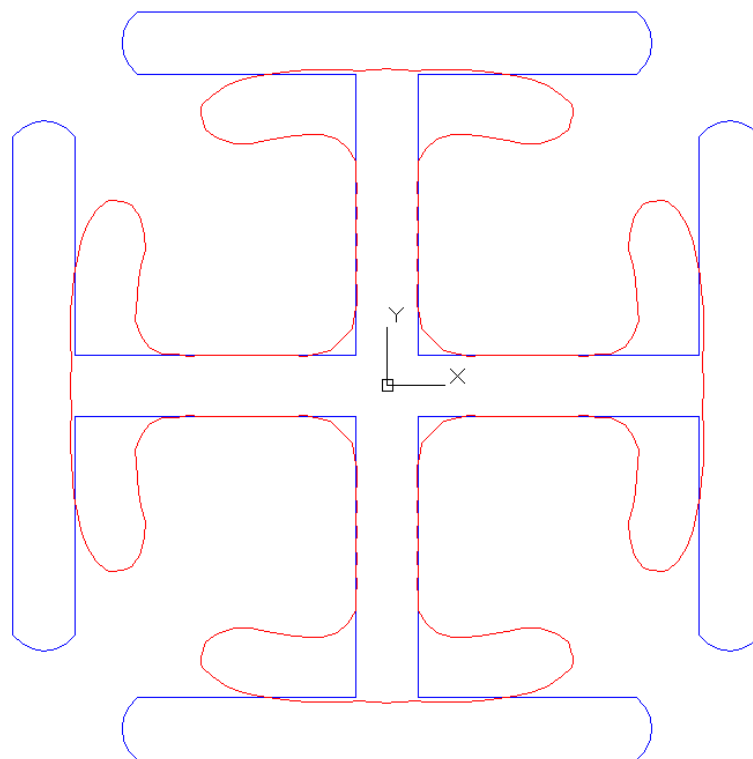
流速分布(下流側より俯瞰)



流速分布(上流側より俯瞰)

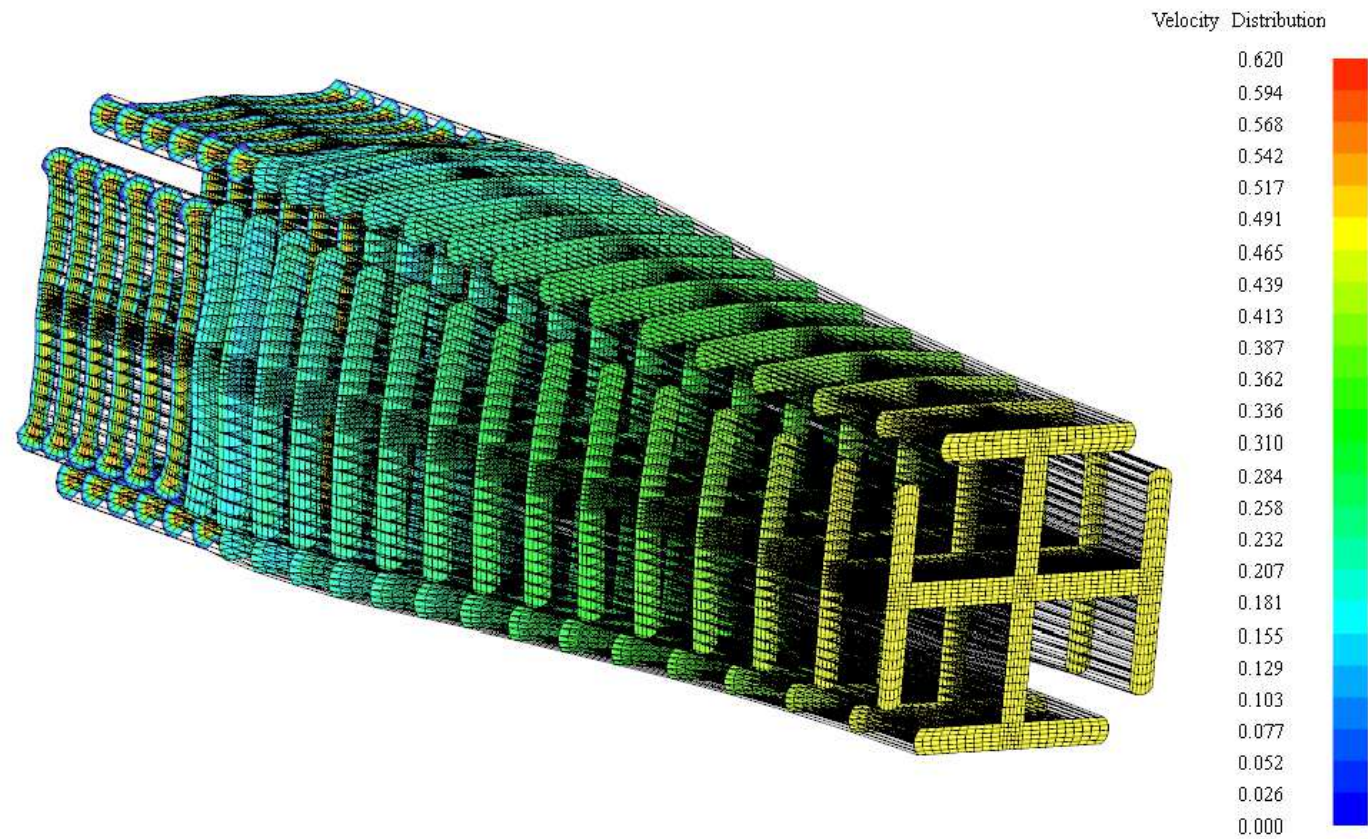


温度分布

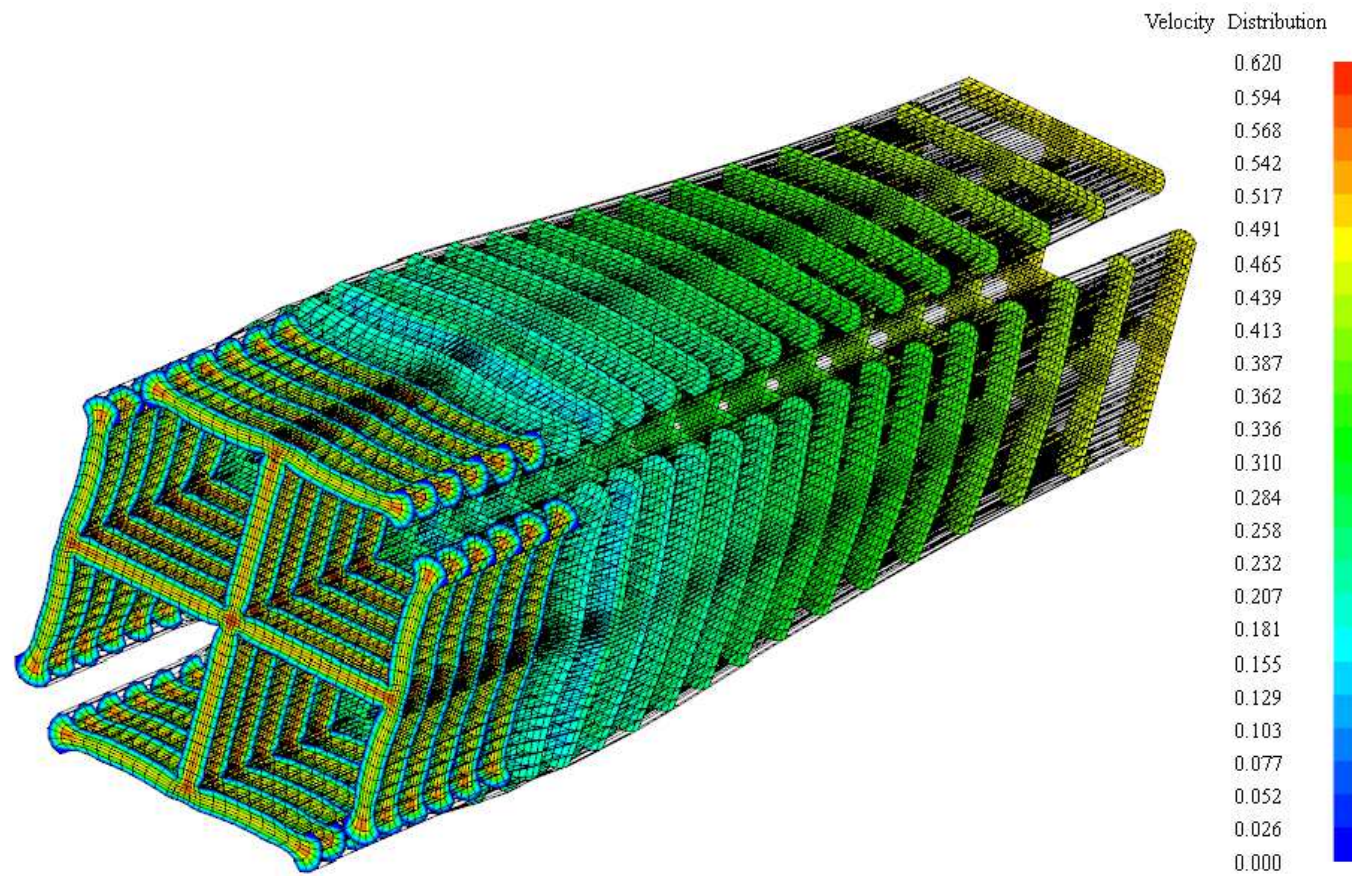


ダイ流出断面形状(青:指定)と
押出物先端形状(赤:予測)

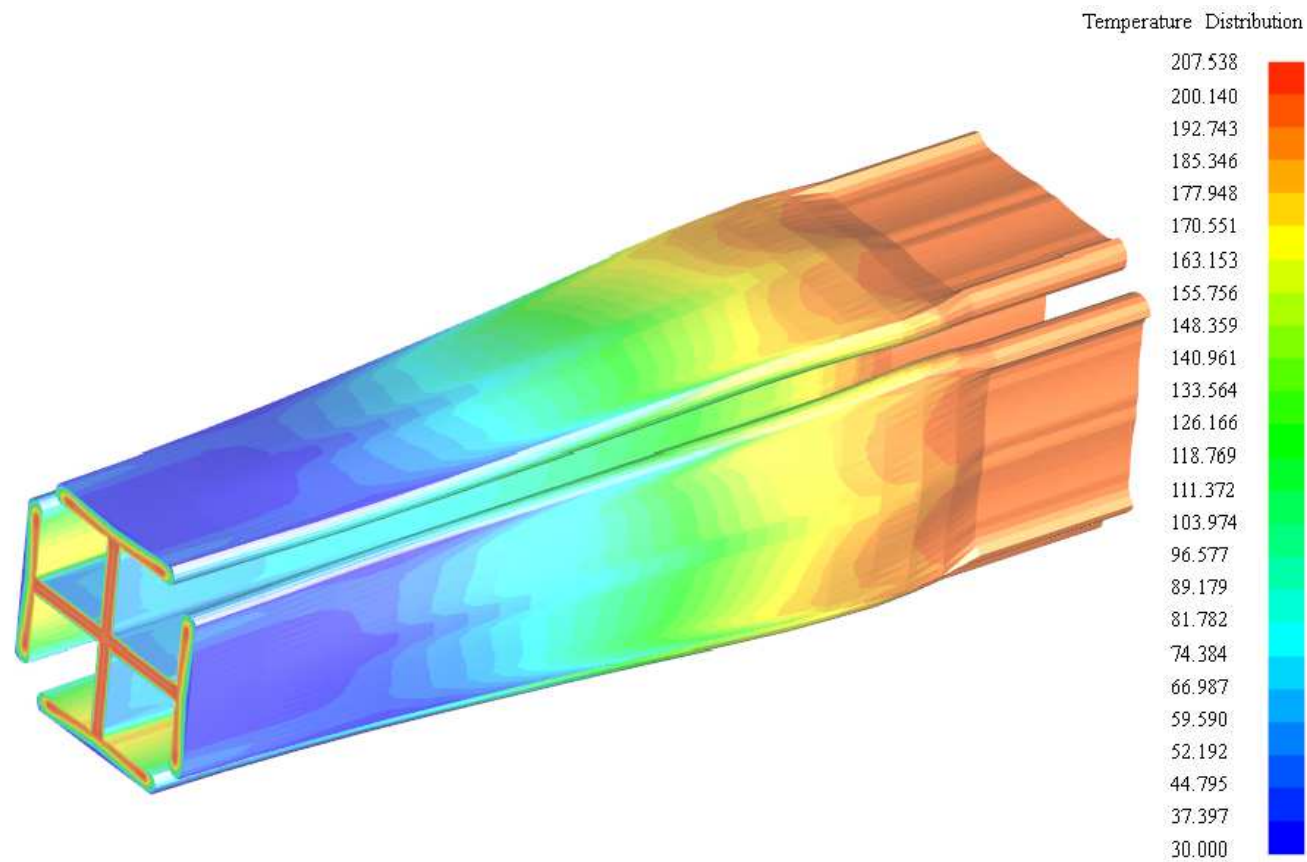
逆解析結果



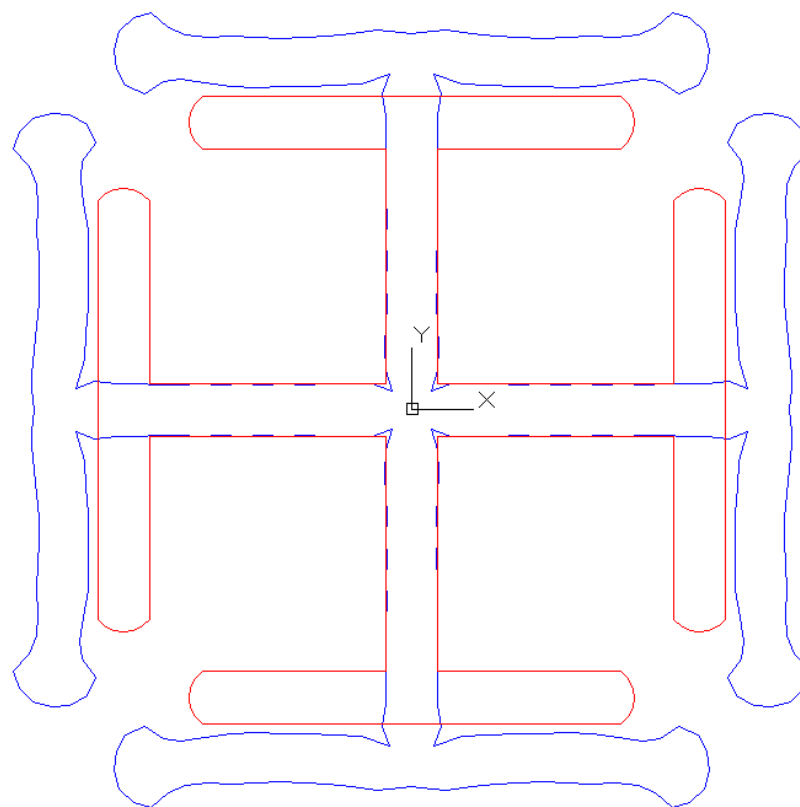
流速分布(下流側より俯瞰)



流速分布(上流側より俯瞰)



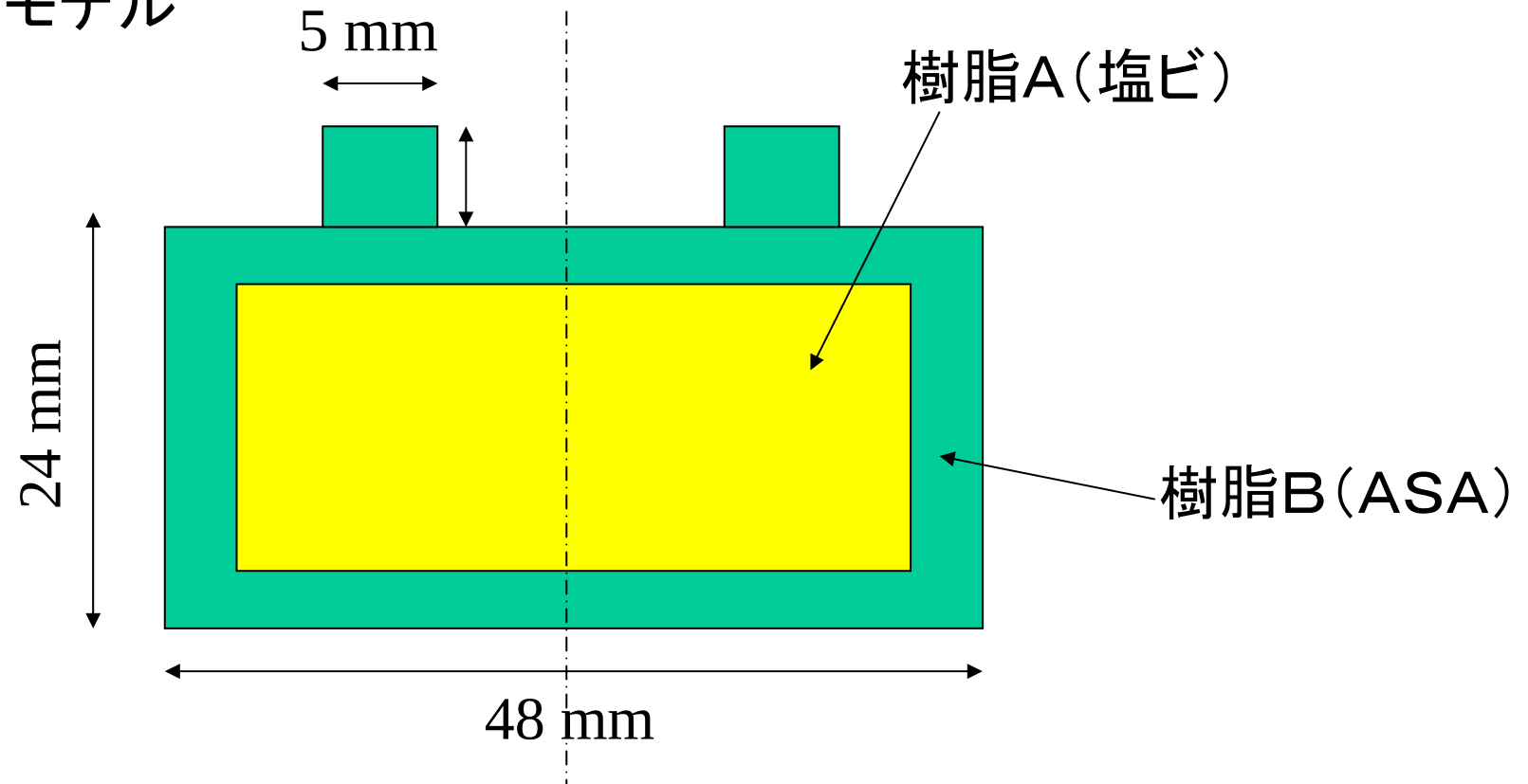
温度分布



ダイ流出断面形状(青:予測)と
押出物先端形状(赤:指定)

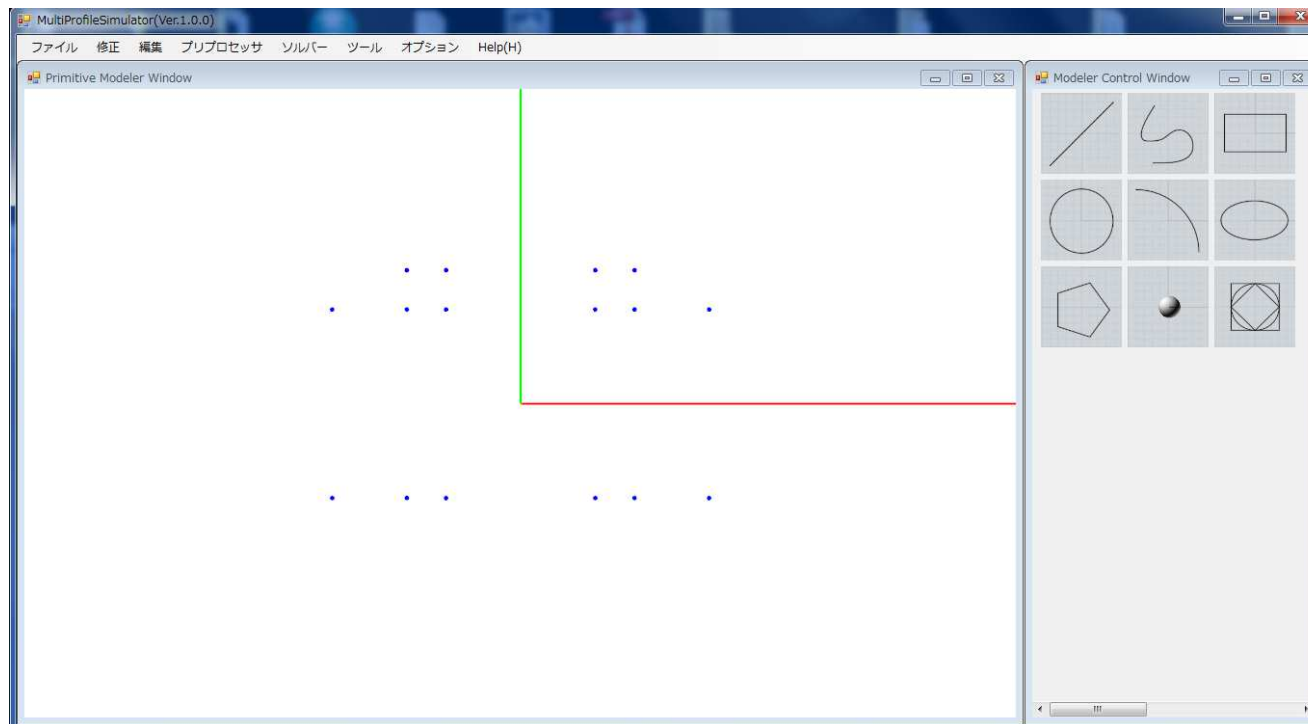
発泡塩ビ二色押出関連解析事例

解析モデル

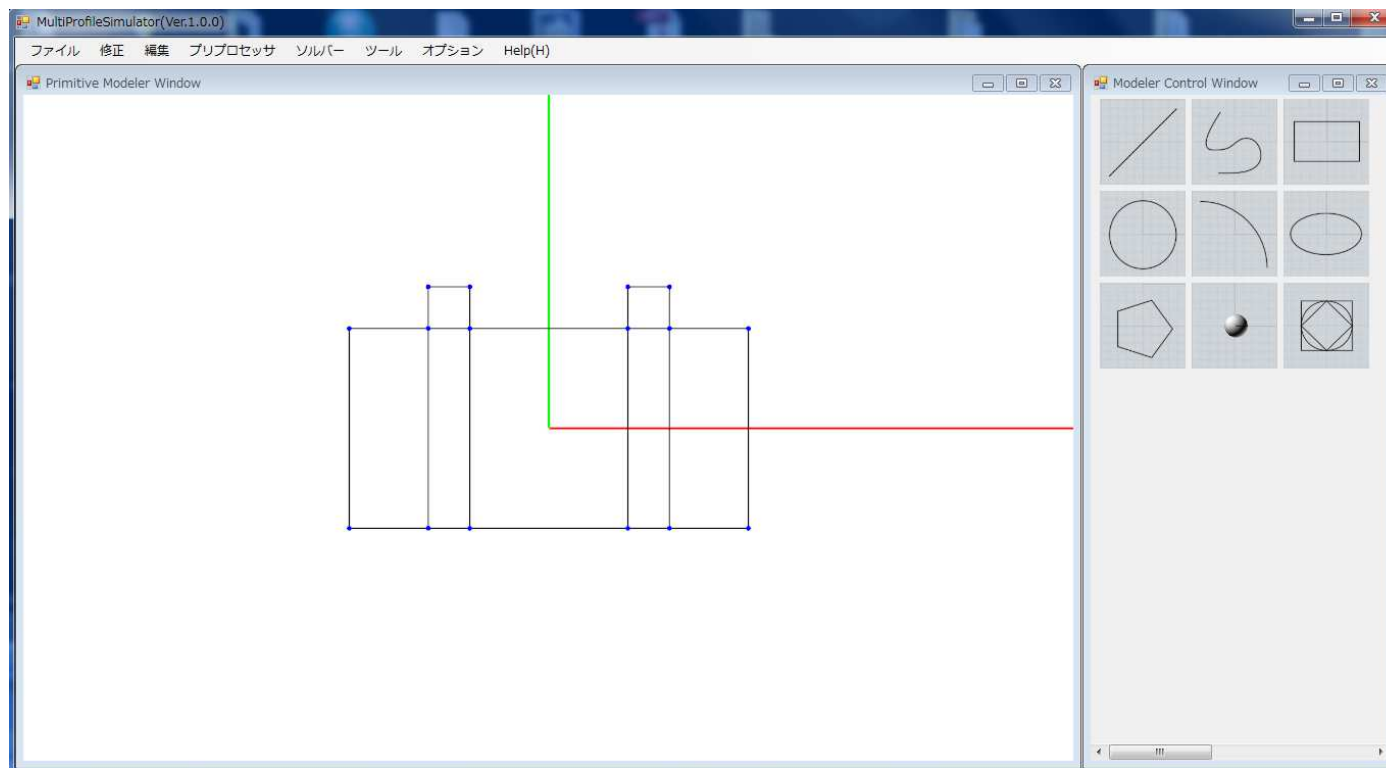


解析手順

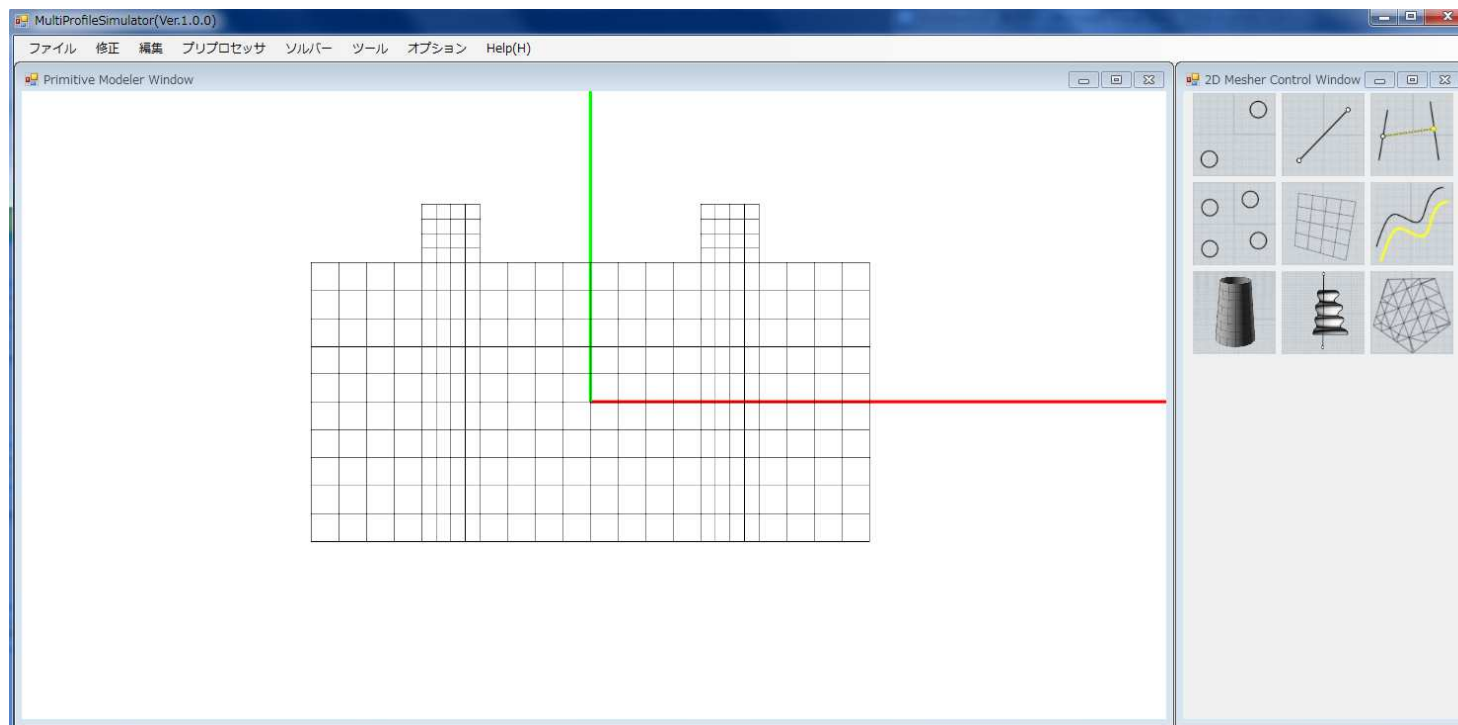
①モデル輪郭形状を表現する代表点の定義



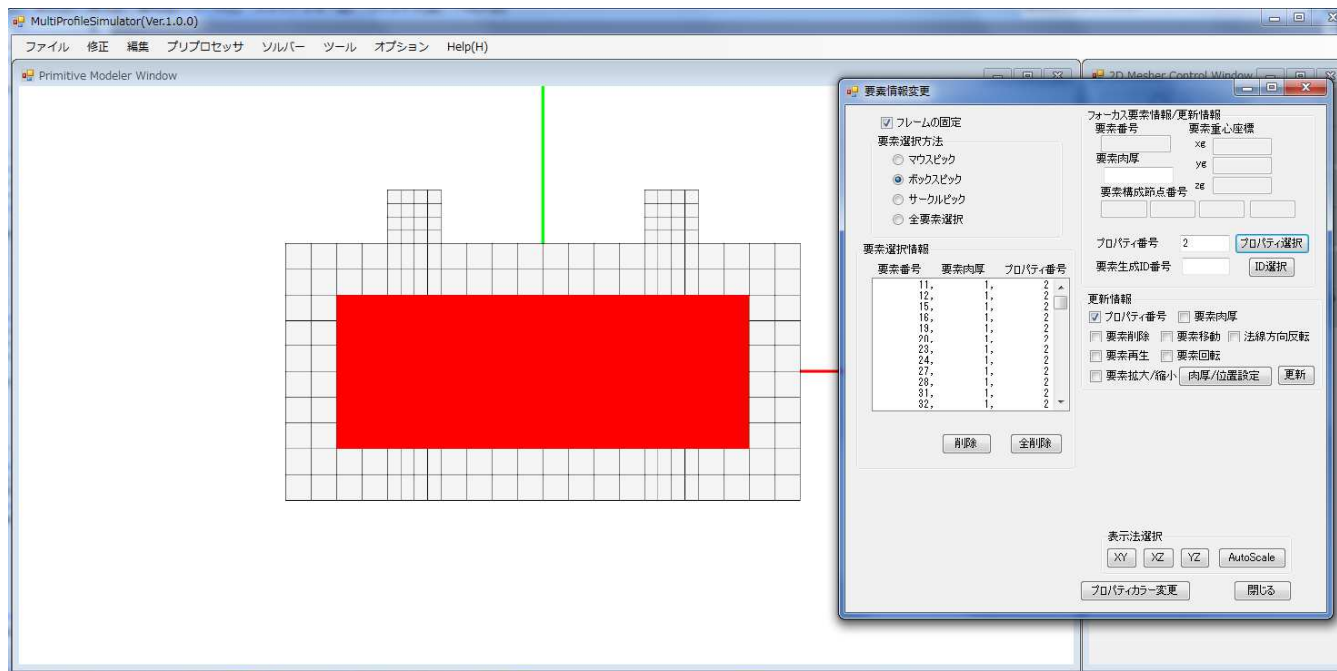
②代表点を結線し、モデル輪郭形状を定義



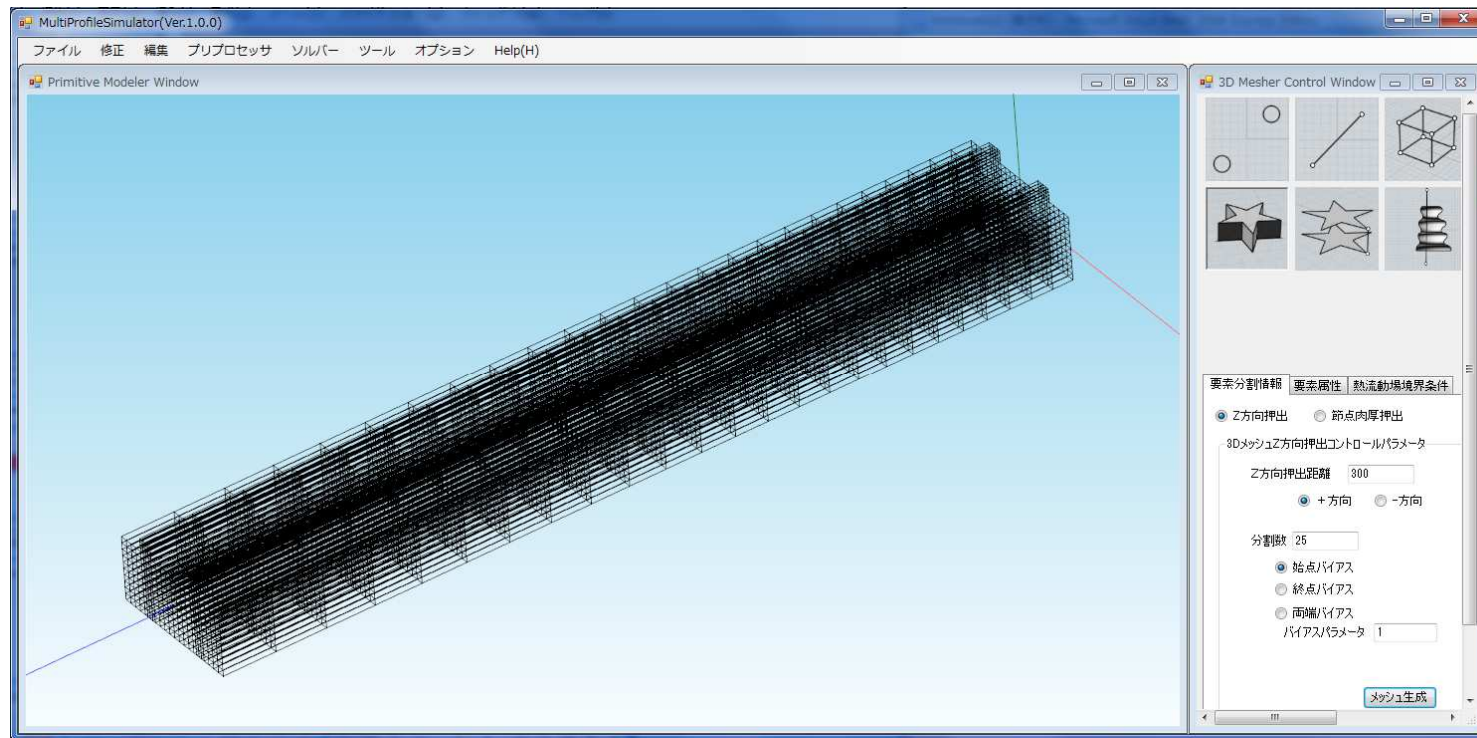
③ 2Dメッシュの生成



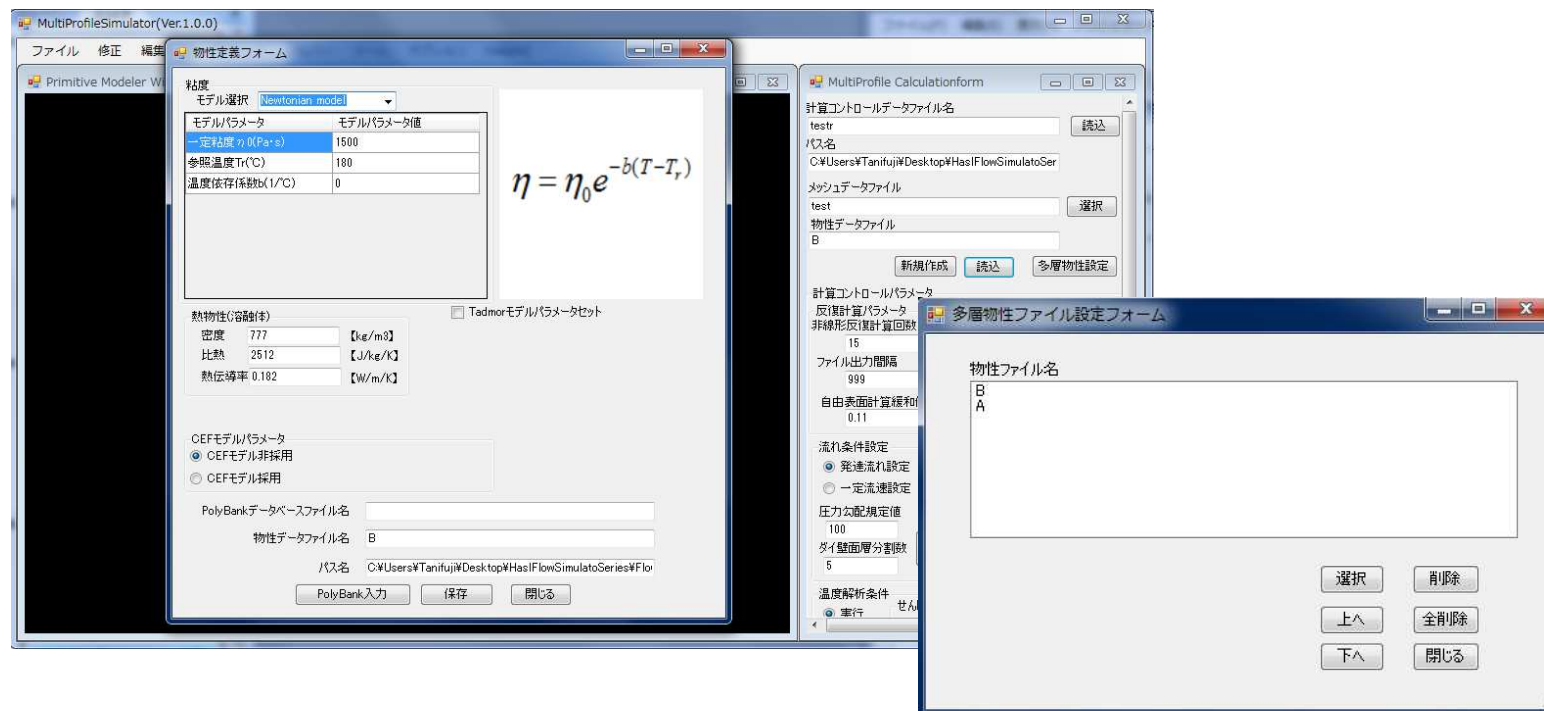
④ 2Dメッシュ情報の加工(多層流動領域の設定)



⑤ 2Dメッシュの3D化

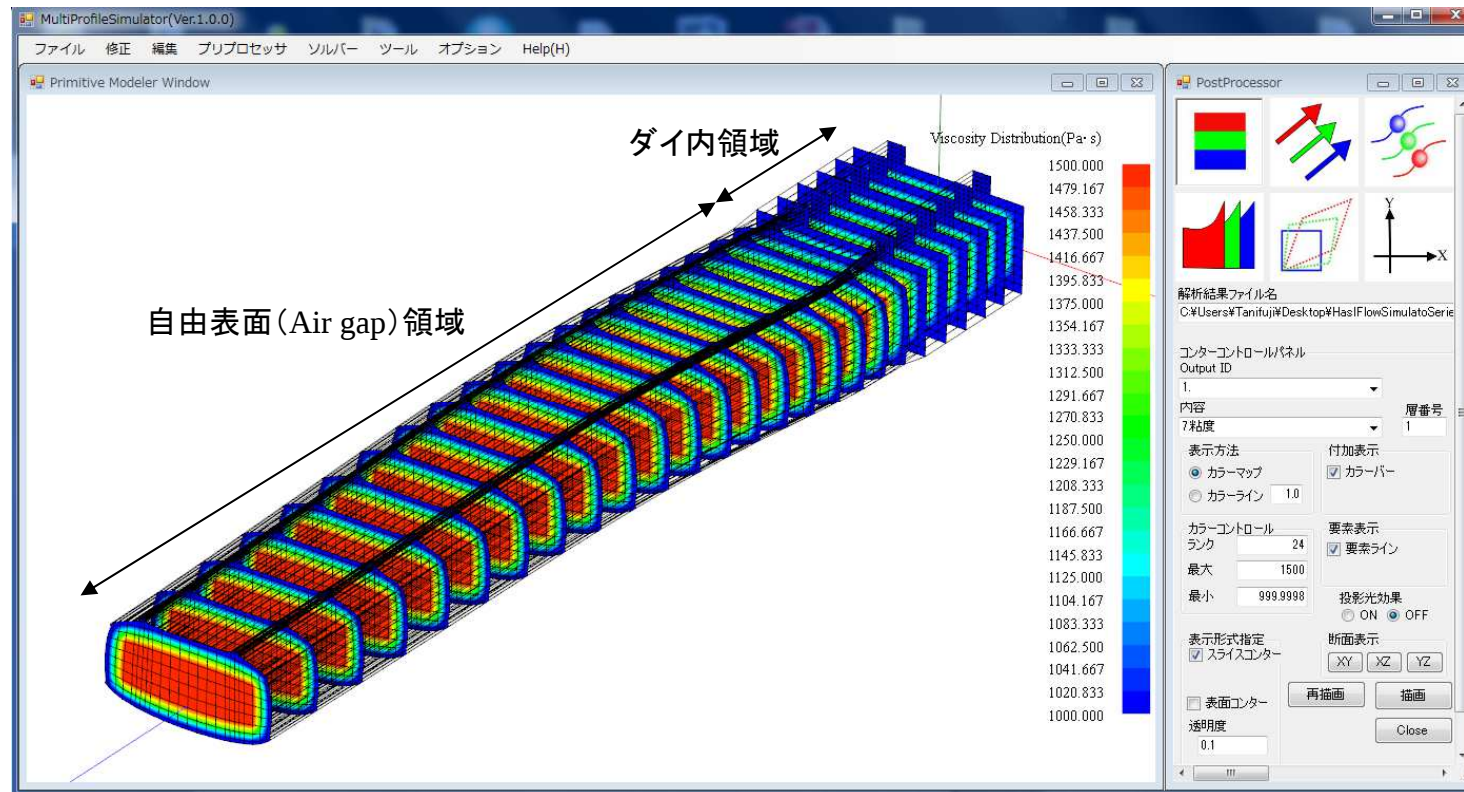


⑥ 多層物性 & 成形条件 & 計算条件の入力



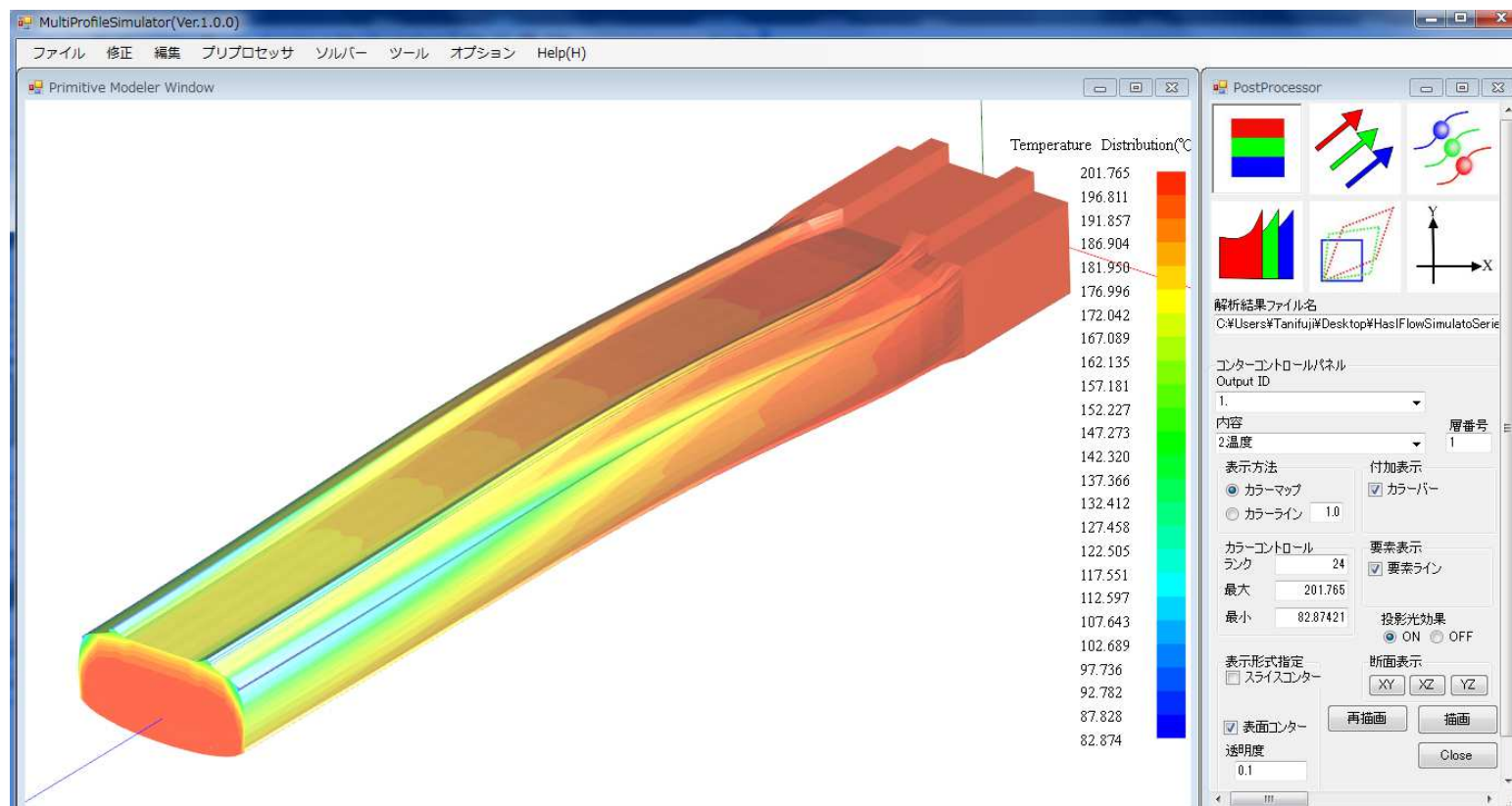
⑦ 解析の実行

⑧ 解析結果の図化处理

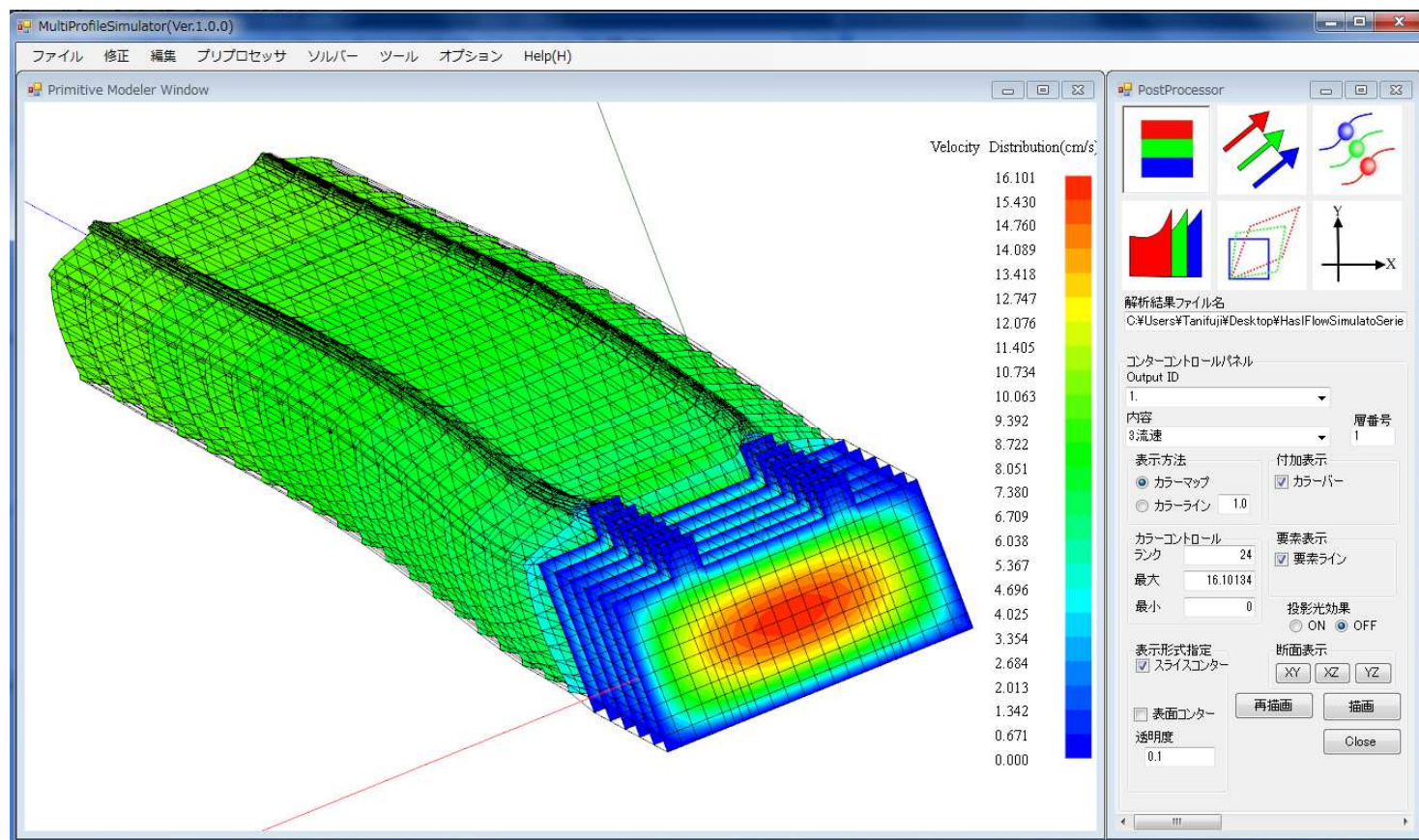


押出形状と粘度分布スライスコンター図

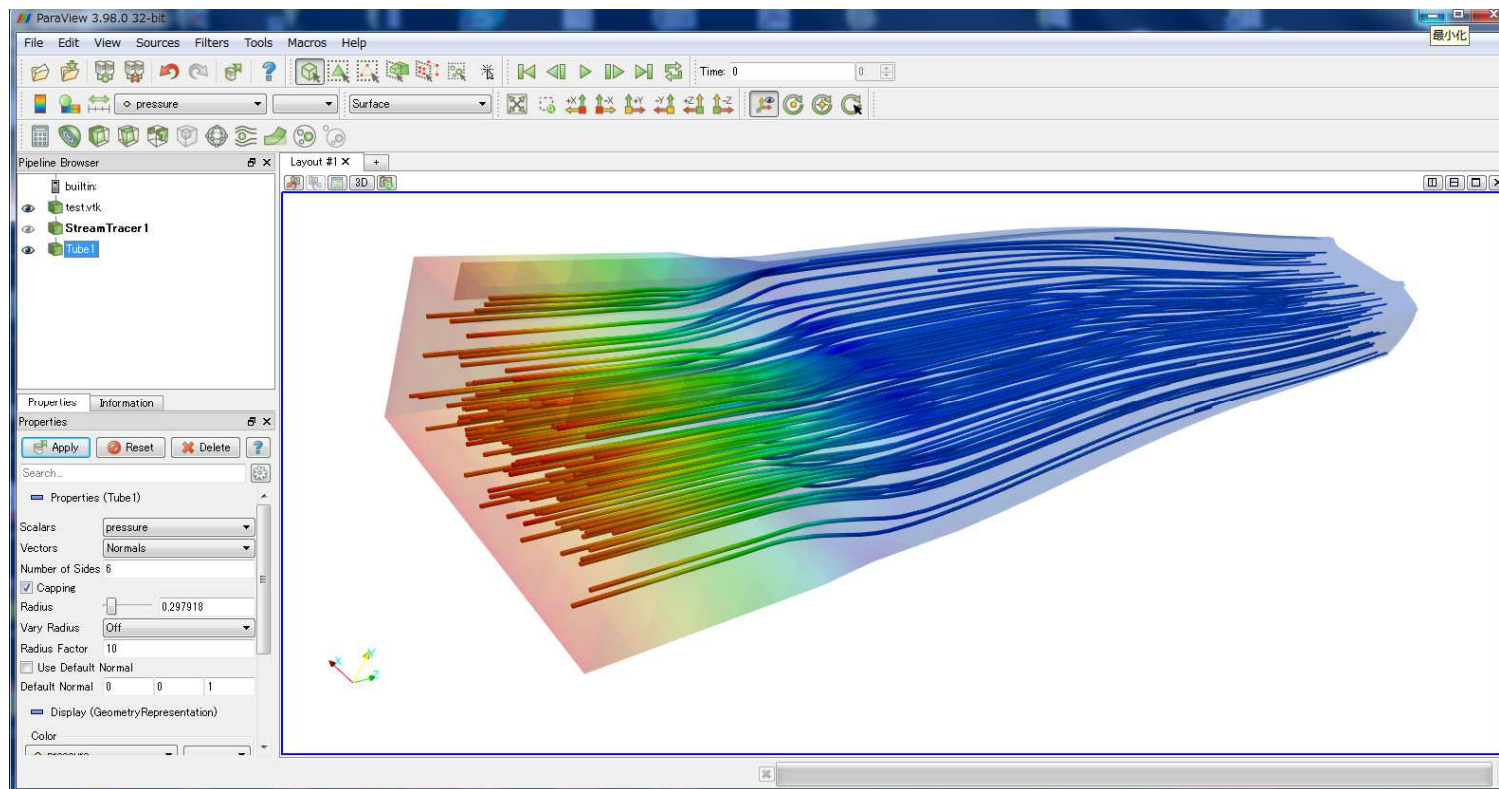
低粘性流体($1000\text{Pa}\cdot\text{s}$)を高粘性流体($1500\text{Pa}\cdot\text{s}$)の外径側に配置



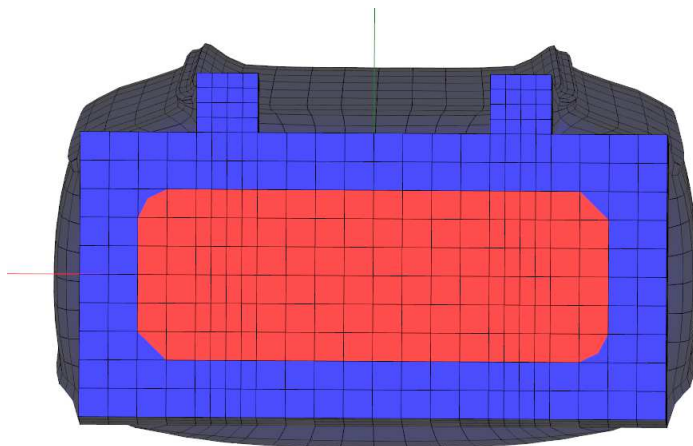
温度分布表面コンター図



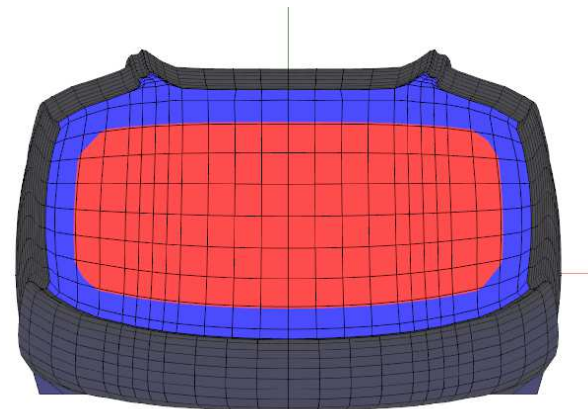
流速分布スライスコンター図



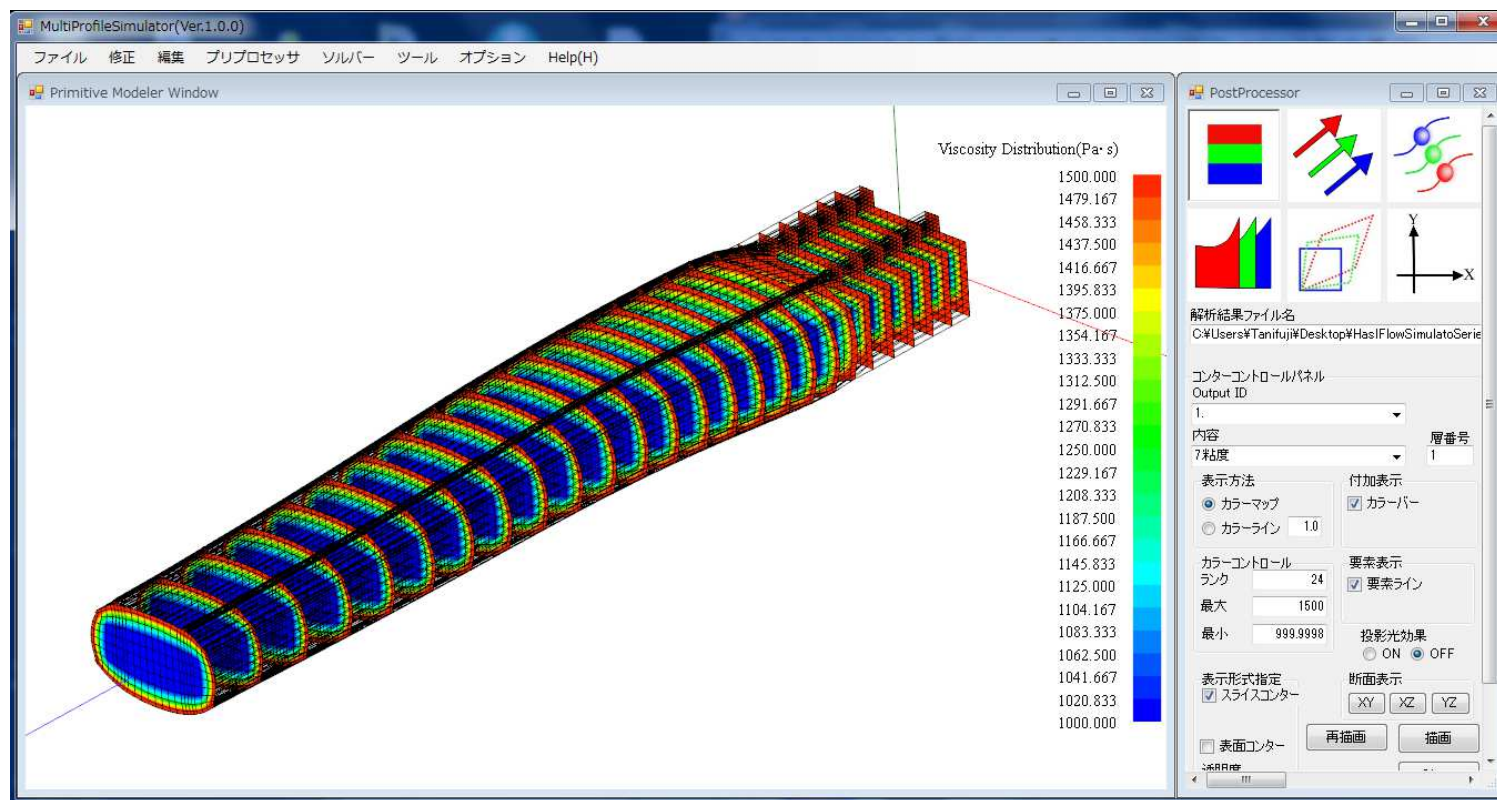
Stream lines (Para-View表示)



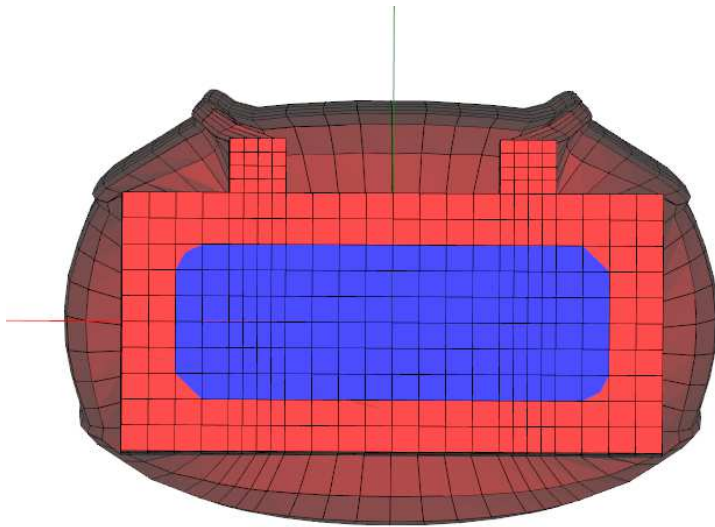
流入口層配置(指定)



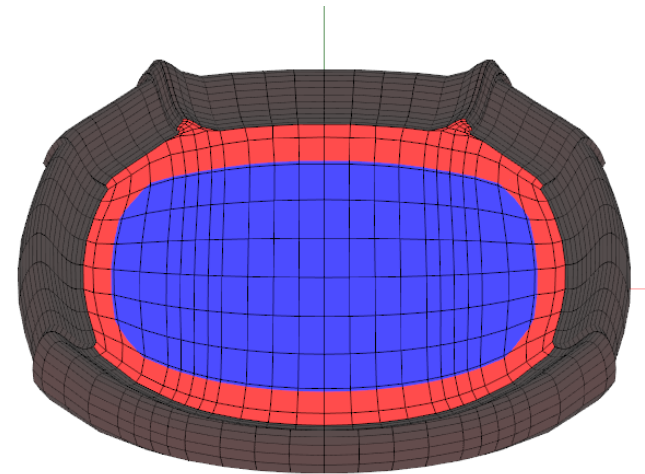
流出口層配置(解析結果)



押出形状と粘度分布スライスコンター図
高粘性流体(1500Pa·s)を低粘性流体(1000Pa·s)の外径側に配置



流入口層配置(指定)



流出口層配置(解析結果)